



勢原市 石田200番地 株式会社アマダ内 Kanagawa (JP). 栗山 晴彦 (KURIYAMA, Haruhiko) [JP/JP]; 〒259-1196 神奈川県 伊勢原市 石田200番地 株式会社アマダ内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 三好 秀和 (MIYOSHI, Hidekazu); 〒105-0001 東京都 港区 虎ノ門1丁目2番3号 虎ノ門第一ビル3階 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): CN, KR, US.

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明細書

プレス機械における、サーボドライブシステム及び連続
加工システム

5

技術分野

本発明は、例えばタレットパンチプレスに適用される
プレス機械のサーボドライブシステムに関し、詳細には、
タレットパンチプレスに適用されるプレス機械の連続加
10 工システムに関するものである。

背景技術

従来、一般に、パンチプレスには、ラムの駆動源とし
てサーボモータを用いる電動式のものがある。このよう
15 なパンチプレスなどのプレス機械の打ち抜き加工では、
加工中にきわめて大きい騒音が発生するので、この種の
騒音をできるだけ減らすことが望まれている。

このような打ち抜き加工における騒音の発生原理は複
雑で、ワークの材質、板厚その他各種の条件によってさ
20 まざまであるが、ラムの駆動による打ち抜き速度が速い
ときは騒音は大きく、打ち抜き速度が遅くなるほど騒音
は小さくなり、また、打ち抜き速度が一定であれば、負
荷が軽いときは騒音は小さく、負荷が重いほど騒音は大
きくなることが知られている。

25 上述の従来技術は、日本国の公開特許公報の特開 2 0

01-62591号及び特開2001-62596号に
開示されている。

しかしながら、従来の電動式のパンチプレスは、例えば
5 トグルやフライホイールなどの機構を利用することで
加工に必要なトルクを発生しているため、この機構によ
るイナーシャがラムの往復動を遅らせる原因となり、また、
それに加えて、サーボモータの主軸とラムを上下動
させる作動軸とは、ギヤなどの動力伝達機構を介してド
ライブされるため、この動力伝達機構によるロスや遅れ
10 も生じることが避けられない。そのため、サーボモータ
の速度を制御してもラムの駆動速度を追従させることが
困難で、ラムを速度制御することに適していない。

これにより従来は、負荷の軽重にかかわらず、打ち抜き
速度はほぼ一定に設定されるため、騒音を減らそうと
15 して打ち抜き速度を低めに設定すれば、作業効率が大幅
に低下してしまい、一方、作業効率の要請から打ち抜き
速度を高めに設定すれば、大きな騒音が発生してしまい、
結局、低騒音化と作業効率とを両立させることができない
という問題があった。

20 また、従来のシステムは、あらかじめ定められた打ち
抜きパターンを、板厚、材質などにより、油圧プレスシ
ステムにおいて切り換えることにより、騒音低下と打ち
抜き速度の両立を図っていた。そのため、高速処理のハ
ード、ソフトなど複雑な制御システムを必要としていた。

25 一方、一般に、パンチプレスには、ラムの駆動源とし

て油圧を用いる油圧式のものと、サーボモータを用いる電動式のものとがある。また、パンチプレスでは、例えばニプリングなど同一のパンチ金型を使ってワークを連続的に打ち抜く加工を行なうことがあり、このような連続パンチング加工では、ラムの高速化が求められる。

しかしながら、従来の油圧式のパンチプレスは、油圧を利用し切換弁を用いてラムを往復動させるものであるため、電氣的な制御に比べて応答性が悪く、制御指令に対して遅れの生じることが避けられず、そのため、ラムの高速化には適していない。

更に、上述の従来技術では、負荷の軽重にかかわらず、打ち抜き速度はほぼ一定に設定されるため、騒音を減らそうとして打ち抜き速度を低めに設定すれば、作業効率が大幅に低下してしまい、一方、作業効率の要請から打ち抜き速度を高めに設定すれば、大きな騒音が発生してしまい、結局、低騒音化と作業効率とを両立させることができないという問題があった。

そこで、例えばトグルやフライホイールなどの機構を利用せず、また、ギヤなどの動力伝達機構も介さずに、ラムを上下動させる作動軸をサーボモータで直接駆動することを想定してみる。すると、このようなサーボモータによる直接駆動によれば、打ち抜き速度を負荷に応じて自動的に加減できる可能性があり、それにより、低騒音化と作業効率との両立が図れる可能性がある。

ところで、加工に必要なトルクを発生するのに、トグ

ルやフライホイールなどの機構を利用する場合と利用しない（サーボモータによる直接駆動の）場合とを比較すると、パンチプレスによる打ち抜き加工では、ラムを上下動させる高速動作の運動エネルギーに加えて、打ち抜き加工時の大きな抜きエネルギーも必要であるため、
5 直接駆動の場合の方が大きい定格のサーボモータが必要となる。

そして、このようなサーボモータによりラムを上下動させる作動軸を直接駆動するには、サーボモータに高速
10 動作の電力エネルギーおよび打ち抜き用の電力エネルギーを供給することが必要で、そのためサーボモータ用制御回路のピーク電力がかなり高くなることが避けられない。

本発明は上述の課題を解決するためになされたもので、
15 その第一の目的は、上記従来のもものもつ問題点を排除して、トグルやフライホイールなどの機構やギヤなどの動力伝達機構を利用せず、それにより、打ち抜き速度を負荷に応じて自動的に加減することで低騒音化を実現し、しかも、作動軸の片側に相当する機械各部にのみ歪みが生じることを防止して、安定した稼動を実現することのできるプレス機械のサーボドライブシステムを提供することにある。
20

本発明の第二の目的は、上記従来のもものもつ問題点を排除して、打ち抜き速度を負荷に応じて自動的に加減
25 することで、低騒音化と作業効率との両立を図ることの

できるプレス機械のサーボドライブシステムを提供することにある。

本発明の第三の目的は、上記従来のものもつ問題点を排除して、ラムの駆動源としてサーボモータを用い、
5 しかも、トグルやフライホイールなどの機構およびギヤなどの動力伝達機構を利用しないことで、駆動力の伝達遅れが原理的になく、制御遅れも発生せず、それにより、応答性がよくて高速化を図ることのできるプレス機械の連続加工システムを提供することにある。

10 本発明の第四の目的は、上記従来のものもつ問題点を排除して、打ち抜き速度を負荷に応じて自動的に加減することで、低騒音化と作業効率との両立を図ることができるとともに、サーボモータ用制御回路のピーク電力を低減することのできるパンチプレス
15 システムを提供することにある。

発明の開示

上記第一の目的を達成するために、本願発明に基づく第1アスペクトのプレス機械のサーボドライブシステム
20 は、以下を含む：ラム；前記ラムを上下動させる作動軸；及び前記ラムの動力源として作用するサーボモータであって、互いに同一の速度－トルク特性に基づくトルクを合成して使うことで必要なラム圧力を発生可能な一対のサーボモータ；上記構成において、前記一対の両サーボ
25 モータを、互いにミラーイメージで対称に構成する；前

記一対の両サーボモータを、前記作動軸の両端に互いに対向して設置する；前記一対のサーボモータを一体として動作させることにより、前記一対のサーボモータが、前記作動軸を直接駆動して、前記ラムを上下動させる。

- 5 本願発明に基づく第2アスペクトのプレス機械のサーボドライブシステムは、前記第1アスペクトのサーボドライブシステムにおいて、前記一対のサーボモータの一方のサーボモータ用のサーボアンプのパワー部と、他方のサーボモータ用のサーボアンプのパワー部とを、同一
- 10 ゲート信号でドライブすることにより、前記両サーボモータを一体として動作させる。

- 本願発明に基づく第3アスペクトのプレス機械のサーボドライブシステムは、前記第1アスペクト又は第2アスペクトのサーボドライブシステムにおいて、前記一対
- 15 のサーボモータは、モータの速度－トルク特性に基づくトルクを使い；機構のイナーシャを利用しないで必要なラム圧力を発生するため、ラムの下降動作中にワークから負荷を受けると、その負荷に応じて両サーボモータの速度が減少する。これにより、前記ラムの下降速度を低
- 20 下させる。

- 本願発明に基づく第4アスペクトのプレス機械のサーボドライブシステムは、前記第1アスペクト乃至第3アスペクトの内の何れか1つのアスペクトのサーボドライブシステムにおいて、前記ラムを上下動させる前記作動
- 25 軸はエキセンシャフトで構成され；及び前記サーボモータ

タは、前記エキセンシャフトをモータ主軸として構成してある。

本願発明に基づく第 5 アスペクトのプレス機械のサーボドライブシステムは、前記第 1 アスペクト乃至第 4 アスペクトの内の何れか 1 つのアスペクトのサーボドライブシステムにおいて、前記一対のサーボモータの各ロータは、前記エキセンシャフトの左右各端延長部の周囲に、外周に偶数個の磁極用マグネットを円周方向に沿って所定間隔で備えたスリーブをそれぞれ嵌装されている；前記左右両スリーブの磁極位置（磁極用マグネットの円周方向位置）が互いにミラーイメージで対称となるように位置決めされ、それぞれがブッシュで固定されている；前記一対のサーボモータの各ステータは、三相電機子巻線を巻いた外筒を前記各ロータにそれぞれ外装され；左右両外筒の三相電機子巻線の円周方向位置が互いにミラーイメージで対称となるように位置決めされていて、前記エキセンシャフトの左右の支持フレームにそれぞれ固定されている。

上記第 1 乃至第 5 アスペクトのサーボドライブシステムによれば、必要なラム圧力を発生可能な一対のサーボモータを用いて、前記作動軸を直接駆動するように構成したので、トグルやフライホイールなどの機構やギヤなどの動力伝達機構を利用しないため、打ち抜き速度を負荷に応じて自動的に加減することができる。

更に、低騒音化を実現することができ、しかも、作動

軸の片側に相当する機械各部にのみ歪みが生じることを防止して、安定した稼動を実現することができる。

上記第二の目的を達成するために、本願発明に基づく第6アスペクトのプレス機械のサーボドライブシステムは、ラムの動力源としてサーボモータを用いるプレス機械において、前記サーボモータとして、モータの速度ートルク特性に基づくトルクを使い；機構のイナーシャを利用しないで必要なラム圧力を発生可能で；ラムの下降動作中にワークから負荷を受けると、その負荷に応じてモータの速度が減少することでラムの下降速度を低下させるサーボモータを採用し；前記サーボモータにより、ラムを上下動させる作動軸を直接駆動するように構成されている。

本願発明に基づく第7アスペクトのプレス機械のサーボドライブシステムは、ラムの動力源としてサーボモータを用いるプレス機械において、前記サーボモータとして、ラムを上下動させる作動軸の両端に互いに対向して設置され、かつ、互いに同一の速度ートルク特性に基づくトルクを合成して使い；機構のイナーシャを利用しないで必要なラム圧力を発生可能で、ラムの下降動作中にワークから負荷を受けると、その負荷に応じてモータの速度が減少することでラムの下降速度を低下させる一対のサーボモータを採用し；前記一対のサーボモータを一体として動作させることで、前記作動軸を直接駆動するように構成されている。

本願発明に基づく第 8 アスペクトのプレス機械のサーボドライブシステムは、前記第 6 アスペクト又は第 7 アスペクトのサーボドライブシステムにおいて、ラムを上下動させる前記作動軸はエキセンシャフトで構成され、

5 前記サーボモータは、前記エキセンシャフトをモータ主軸として構成されている。

上記第 6 乃至第 8 アスペクトのサーボドライブシステムによれば、ラムの下降動作中にワークから負荷を受けると、ラムの下降速度を低下させるサーボモータを採用し、ラムを上下動させる作動軸を直接駆動するように構成したので、打ち抜き速度を負荷に応じて自動的に加減

10 することができる。そして、それにより、低騒音化と作業効率との両立を図ることができる。

上記第三の目的を達成するために、本願発明に基づく

15 第 9 アスペクトのプレス機械の連続加工システムは、ラムの動力源としてサーボモータを用いるプレス機械において、前記サーボモータとして、モータの速度－トルク特性に基づくトルクを使うことで必要なラム圧力を発生可能なサーボモータを用いて、ラムを上下動させる作動

20 軸を直接駆動するように構成し、ラムがプレス加工に要する所定の下降端位置と、この位置から戻されてラムの下端部が工具上面から離れる位置との間を上下動するように、前記サーボモータにより、前記作動軸をラムの当該両位置間に相当する角度範囲だけ連続して往復回転さ

25 せることで、ワークに連続的なプレス加工を行なうよう

に構成されている。

本願発明に基づく第 10 アスペクトのプレス機械の連続加工システムは、ラムの動力源としてサーボモータを用いるプレス機械において、前記サーボモータとして、

5 ラムを上下動させる作動軸の両端に互いに対向して設置され、かつ、互いに同一の速度－トルク特性に基づくトルクを合成して使うことで必要なラム圧力を発生可能な一対のサーボモータを用いて、ラムを上下動させる作動軸を直接駆動するように構成し、ラムがプレス加工に要

10 する所定の下降端位置と、この位置から戻されてラムの下端部が工具上面から離れる位置との間を上下動するように、前記一対のサーボモータにより、前記作動軸をラムの当該両位置間に相当する角度範囲だけ連続して往復回動させることで、ワークに連続的なプレス加工を行な

15 うように構成されている。

本願発明に基づく第 11 アスペクトのプレス機械の連続加工システムは、前記第 9 アスペクト又は第 10 アスペクトの連続加工システムにおいて、前記サーボモータは、モータの速度－トルク特性に基づくトルクを使い；

20 機構のイナーシャを利用しないで必要なラム圧力を発生可能なサーボモータである。

本願発明に基づく第 12 アスペクトのプレス機械の連続加工システムは、前記第 9 アスペクト又は第 10 アスペクトの連続加工システムにおいて、ラムを上下動させる

25 る前記作動軸はエキセンシャフトで構成され、前記サー

ボモータは、前記エキセンシャフトをモータ主軸として構成した。

上記第 9 乃至第 12 アスペクトの連続加工システムによれば、サーボモータにより、作動軸をラムのその両位置間に相当する角度範囲だけ連続して往復回転させることで、ワークに連続的なプレス加工を行なうように構成したので、トグルやフライホイールなどの機構およびギヤなどの動力伝達機構を利用せずに、ラムを上下動させる作動軸をサーボモータにより直接駆動することができる。従って、駆動力の伝達遅れが原理的になく、制御遅れも発生せず、それにより、応答性がよくて高速化を図ることができる。

上記第四の目的を達成するために、本願発明に基づく第 13 アスペクトのプレス機械のサーボドライブシステムは、ラムの動力源としてサーボモータを用いるパンチプレスにおいて、前記サーボモータとして、モータの速度－トルク特性に基づくトルクを使うことで必要なラム圧力を発生可能なサーボモータを用いて、ラムを上下動させる作動軸を直接駆動するように構成し；前記サーボモータの制御用パワードライバの前段に、高周波電流成分をカットすることでピーク電流を抑制するリアクトルと、このピーク電流の抑制により不足する電力エネルギーを供給するコンデンサとを設けている。

本願発明に基づく第 14 アスペクトのプレス機械のサーボドライブシステムは、前記第 13 アスペクトのサー

ボドライブシステムにおいて、前記コンデンサは、前記ピーク電流の抑制により不足する高速動作の電力エネルギーおよび／または打ち抜き用の電力エネルギーを供給するパンチプレスのサーボドライブシステムである。

- 5 上記第 1 3 及び第 1 4 アスペクトのサーボドライブシステムによれば、サーボモータの制御用パワードライバの前段に、高周波電流成分をカットすることでピーク電流を抑制するリアクトルと、このピーク電流の抑制により不足する電力エネルギーを供給するコンデンサとを設
- 10 けた構成としたことにより、打ち抜き速度を負荷に応じて自動的に加減することができ、更に、低騒音化と作業効率との両立を図ることができる。従って、サーボモータ用制御回路のピーク電力を低減することができる。

15 図面の簡単な説明

図 1 は、この発明によるプレス機械のサーボドライブシステム（連続加工システム）の一実施の形態を示す要部の縦断面図である。

図 2 は、図 1 に示す要部の右側面図である。

- 20 図 3 は、図 1 のサーボモータとそれを駆動するサーボアンプの構成例を示す結線図である。

図 4 A、図 4 B、図 4 C は、エキセンシャフトの偏心軸部（ラム）の作動領域を示す説明図である。

- 25 図 5 は、サーボモータの速度－トルク特性の例を示す図である。

図 6 は、ノークのときの打ち抜き加工の実測データを示す図である。

図 7 A は、図 6 の実測データに基づく特徴抽出波形データを示す図である。

- 5 図 7 B は、図 6 の実測データに基づく打ち抜きトルク－速度特性を示す図である。

図 8 は、薄板のワークを小径のパンチで打ち抜いたときの打ち抜き加工の実測データを示す図である。

- 10 図 9 A は、図 8 の実測データに基づく特徴抽出波形データを示す図である。

図 9 B は、図 8 の実測データに基づく打ち抜きトルク－速度特性を示す図である。

図 10 は、薄板のワークを大径のパンチで打ち抜いたときの打ち抜き加工の実測データを示す図である。

- 15 図 11 A は、図 10 の実測データに基づく特徴抽出波形データを示す図である。

図 11 B は、図 10 の実測データに基づく打ち抜きトルク－速度特性を示す図である。

- 20 図 12 は、厚板のワークを小径のパンチで打ち抜いたときの打ち抜き加工の実測データを示す図である。

図 13 A は、図 12 の実測データに基づく特徴抽出波形データを示す図である。

図 13 B は、図 12 の実測データに基づく打ち抜きトルク－速度特性を示す図である。

- 25 図 14 は、本発明によるプレス機械のサーボドライブ

システム（連続加工システム）の他の実施の形態を示す要部の縦断面図である。

図 1 5 は、図 1 4 に示す要部の右側面図である。

図 1 6 は、図 1 4 のサーボモータとそれを駆動するサーボアンプの構成例を示す結線図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、この発明の実施の形態を、図面を参照して説明する。

- 10 図 1 は、この発明によるプレス機械のサーボドライブシステム（連続加工システム）の一実施の形態を示す要部の縦断面図、図 2 はその右側面図であり、このプレス機械のサーボドライブシステム（連続加工システム）1 は、タレットパンチプレス 1 0 に適用したものである。
- 15 タレットパンチプレス 1 0 は、平行に立設したフレーム 1 1 a、1 1 b に設けた軸受部 1 2 a、1 2 b にエキセンシャフト 2 0 が軸支されている。フレーム 1 1 a、1 1 b 間のほぼ中央に位置するエキセンシャフト 2 0 の偏心軸部 2 0 e には、コンロッド 2 1 を介してラム 2 2
- 20 が取り付けられ、エキセンシャフト 2 0 が回転または回動することで、コンロッド 2 1 を介してラム 2 2 がラムガイド 2 3 に沿って上下動し、ラム 2 2 の下端に取り付けられるストライカ 2 4 もラム 2 2 と一体に上下動する。そして、ラム 2 2 が下降するとき、ストライカ 2 4 が、
- 25 タレット 2 5 に装着してあるパンチ金型 2 6 を押圧して

ワークを打ち抜くようになっている。

また、エキセンシャフト 20 の両端延長部 20 a、20 b はフレーム 11 a、11 b から外方へ延び、この延長部 20 a、20 b をモータ主軸 31 a、31 b とする
5 サーボモータ 30 a、30 b が、フレーム 11 a、11 b の外側にそれぞれ取り付けられている。

サーボモータ 30 a は、エキセンシャフト 20 の延長部 20 a をモータ主軸 31 a として構成される。すなわち、エキセンシャフト 20 の延長部 20 a の周囲に、外
10 周に偶数個（4 個）の磁極用マグネット（永久磁石）32 a を円周方向に沿って所定間隔（90° 間隔）で備えたスリーブ 33 a を嵌装してブッシュ 34 a で固定することで、ロータ（回転子）35 a を構成する。そしてこのロータ 35 a の中心軸をなすエキセンシャフト 20 の
15 延長部 20 a は、モータ主軸 31 a そのものである。そのため、サーボモータ 30 a は、延長部 20 a したがってエキセンシャフト 20 を、実質的にロータ 35 a として用いるものである。

また、サーボモータ 30 a は、三相電機子巻線 U a、
20 V a、W a を巻いた外筒 36 a をロータ 35 a に外装してフレーム 11 a に固定し、これによりステータ（固定子）37 a を構成する。

一方、サーボモータ 30 b も、サーボモータ 30 a と同様に、エキセンシャフト 20 の延長部 20 b をモータ
25 主軸 31 b として構成される。すなわち、エキセンシャ

- フト 20 の延長部 20 b の周囲に、外周に偶数個（4 個）の磁極用マグネット（永久磁石）32 b を円周方向に沿って所定間隔（90° 間隔）で備えたスリーブ 33 b を嵌装してプッシュ 34 b で固定することで、ロータ（回転子）35 b を構成する。そしてこのロータ 35 b の中心軸をなすエキセンシャフト 20 の延長部 20 b は、モータ主軸 31 b そのものである。そのため、サーボモータ 30 b は、延長部 20 b したがってエキセンシャフト 20 を、実質的にロータ 35 b として用いるものである。
- 10 また、サーボモータ 30 b は、三相電機子巻線 U b、V b、W b を巻いた外筒 36 b をロータ 35 b に外装してフレーム 11 b に固定し、これによりステータ（固定子）37 b を構成する。
- 15 このように、サーボモータ 30 a とサーボモータ 30 b とは、同様のものであるが、ただし、互いにミラーイメージで対称に構成されたものであり、このミラーイメージで対称である点を除けば、互いに全く同一のものであって、互いのロータ 35 a、ロータ 35 b が一体に構成されるから、ロータ 35 a、35 b の回転角度を検出
- 20 するロータリエンコーダ 38 は一方（例えばサーボモータ 30 b）にのみ設けて共用され、また、互いに同一の速度－トルク特性を有し、この速度－トルク特性に基づくトルクを合成して使うことで、必要なラム圧力を発生する性能を有するものである。
- 25 すなわち、サーボモータ 30 a のロータ 35 a の磁極

位置（磁極用マグネット 3 2 a の円周方向位置）と、サーボモータ 3 0 b のロータ 3 5 b の磁極位置（磁極用マグネット 3 2 b の円周方向位置）とは、互いにミラーイメージで対称に位置決めして取り付けられ、また、サーボモータ 3 0 a の三相電機子巻線 U a 、V a 、W a の円周方向位置と、サーボモータ 3 0 b の三相電機子巻線 U b 、V b 、W b の円周方向位置とは、互いにミラーイメージで対称に位置決めして取り付けられている。

そのため、図 3 に示すように、サーボモータ 3 0 a の制御回路であるサーボアンプ 4 0 a のパワードライバ 4 2 a と、サーボモータ 3 0 b の制御回路であるサーボアンプ 4 0 b のパワードライバ 4 2 b とを、同一ゲート信号でドライブすれば、サーボモータ 3 0 a およびサーボモータ 3 0 b には、同位相、同一電流値の三相交流電流しか流れないから、サーボモータ 3 0 a のトルクベクトルとサーボモータ 3 0 b のトルクベクトルとが同位相、同一となり、そのため、サーボモータ 3 0 a およびサーボモータ 3 0 b の合成トルクは、正確に、両サーボモータ 3 0 a 、3 0 b のトルクの和となる。この関係は、サーボモータ 3 0 a とサーボモータ 3 0 b とが、図 1 , 図 3 に示すように別体に構成されていようが、後述する図 1 4 , 図 1 6 に示すように三相並列回路として一体に構成されていようが、全く同様である。

サーボアンプ 4 0 a は、図 3 に示すように、三相の商用交流電源を A-D 変換するコンバータ 4 1 a と、パワ

ードライバ 4 2 a と、パワードライバ 4 2 a の前段に設
けられ、高周波電流成分をカットすることでピーク電流
を抑制するリアクトル 4 3 a と、容量の大きい蓄電用の
コンデンサ 4 4 a とで構成され、パワードライバ 4 2 a
5 の 6 個のパワートランジスタ Q がゲート信号でドライブ
されることで、パワードライバ 4 2 a の三相交流出力に
よってサーボモータ 3 0 a を駆動するものである。パワ
ードライバ 4 2 a の各パワートランジスタ Q には、サー
ボモータ 3 0 a の減速期間中に発生する回生電流を流す
10 ためのダイオード D が接続してあり、回生電流はコンデ
ンサ 4 4 a に流れ込んで回生電力として蓄えられる。コ
ンデンサ 4 4 a は、この回生電力を用いて、リアクトル
4 3 a によるピーク電流の抑制により不足する電力エネ
ルギー、すなわち、高速動作用の電力エネルギーおよび
15 /または打ち抜き用の電力エネルギーを供給するもので
ある。また、サーボアンプ 4 0 b も、サーボアンプ 4 0
a と全く同様に構成されている。

このようなサーボアンプ 4 0 a 、4 0 b の制御により、
サーボモータ 3 0 a 、3 0 b は、エキセンシャフト 2 0
20 の偏心軸部 2 0 e が、ラム 2 2 がパンチング加工に要す
る所定の下降端位置にあるのに相当する L 位置（図 4 A
乃至図 4 C 参照）と、この位置から戻されてラム 2 2 下
端のストライカ 2 4 がパンチ金型 2 6 上面から離れる上
昇端位置にあるのに相当する H 位置（図 4 A 乃至図 4 C
25 参照）との間を上下動するように、エキセンシャフト 2

0 を L、H 両位置間に相当する角度範囲 θ だけ往復して
回動させることで、ワークにパンチング加工を行なうよ
うになっている。

図 4 A に示すように、ラム 2 2 の下降端位置に相当す
るエキセンシャフト 2 0 の偏心軸部 2 0 e の L 位置は、
エキセンシャフト 2 0 の偏心量 E (エキセンシャフト 2
0 の軸線と偏心軸部 2 0 e の軸線との距離) によって決
まるラム 2 2 の全上下動可能ストロークの下死点 B より
やや手前上方に設定され、また、ラム 2 2 の上昇端位置
に相当するエキセンシャフト 2 0 の偏心軸部 2 0 e の H
位置は、ラム 2 2 の全上下動可能ストロークの中間高さ
M よりやや下方に設定される。すなわち、エキセンシャ
フト 2 0 の前記往復回動角度範囲 θ は、使用するパンチ
金型 2 6 のストロークにもよるが、約 $40^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 程
度に設定される。

また、図 4 B に示すように、サーボモータ 3 0 a、3
0 b は、金型交換時、タレット回転時などには、エキセ
ンシャフト 2 0 の偏心軸部 2 0 e (すなわちラム 2 2)
を上死点 T に位置決めする。そして、サーボモータ 3 0
a、3 0 b は、加工開始にともない、エキセンシャフト
2 0 の偏心軸部 2 0 e を、この上死点 T からラム 2 2 の
下降端位置に相当する L 位置まで回動させることでラム
2 2 を下降させて 1 回目のパンチング加工を行なった後、
ラム 2 2 の上昇端位置に相当する H 位置まで戻してその
位置でラム 2 2 を待機させ、2 回目以降のパンチング加

工では、エキセンシャフト 20 の偏心軸部 20 e を、H 位置と L 位置との間の前記往復回動角度範囲 θ を往復して回動させる。

- さらに、エキセンシャフト 20 の偏心軸部 20 e の全
5 周回転範囲のうち、つねに図 4 B に示すように片側半周分だけを使用すると、潤滑油の行き渡り方をはじめ各部が均等に使用されないことによる不都合が生じる可能性がある。このような不都合を回避するため、サーボモータ 30 a、30 b は、必要に応じて、図 4 C に示すよう
10 に反対側の半周分も使用するように構成される。このような、図 4 B に示す側と図 4 C に示す側との切り換えは、例えば、金型交換の都度またはタレット回転のたびに、あるいは、あらかじめ決められたパンチング回数ごとなどに
15 応じて、自動的に行われることが好ましい。
- 尚、本実施の形態のタレットパンチプレス 10 は、以上の
15 ように、一対のサーボモータ 30 a、30 b が、フレーム 11 a、11 b の外側にそれぞれ取り付けられているため、エキセンシャフト 20 の片側に相当する機械各部にのみ歪みが生じることはない。すなわち、例えば、
20 サーボモータ 30 a、30 b を三相並列回路として一体に構成した 1 台のサーボモータ (30) を、片側のフレーム 11 a または 11 b の外側にのみ取り付けるとも可能ではあるが、その場合は、サーボモータ (30) の重量による応力を片側のフレーム 11 a または 11 b の
25 みで受けるため、両フレーム 11 a、11 b に歪みが生

じ、また、サーボモータ（30）の発熱により熱の不
均一による歪みも生じ、さらには、軸受部12a、12b
の応力も互いに異なるため、これらに対する対策を講
じる必要がある。しかし、このタレットパンチプレス10
5 の場合は、そのような応力歪みがなく、熱も分散・平均
化されるという利点があり、そのため、安定した稼動を
実現することができるものである。

以上説明したように、サーボモータ30a、30bが
エキセンシャフト20を直接駆動して、ラム22の下降
10 端位置に相当するL位置と上昇端位置に相当するH位置
との間の往復回動角度範囲 θ だけを連続して往復回動さ
せることは、ワークに連続的なパンチング加工を行なう
うえで、ラム22の高速化にきわめて有効である。

次に、上記の実施の形態の作用について、図5乃至図
15 13Bに示す説明図を用いて説明する。

図5は、サーボモータ30a、30bの速度－トルク
特性の例①、②を示し、この図は、ラム22にかかる負
荷の大きさによって、その負荷の大きさに必要なラム2
2の駆動トルクを発生するうえで、サーボモータ30a、
20 30bが運転可能な速度の上限を示したものである。

図5からわかるように、サーボモータ30a、30b
は、ラム22にかかる負荷が軽いときは必要なトルクが
小さいため、ラム22の駆動速度が低下しなくてパンチ
ングの打ち抜き速度は速く、一方、ラム22にかかる負
25 荷が重いほど必要なトルクが大きくなるため、ラム22

- の駆動速度が低下してパンチングの打ち抜き速度は遅くなる。もともと、打ち抜き加工における騒音の発生は、ワークの材質、板厚その他各種の条件によってさまざまであるが、ラムの駆動による打ち抜き速度が速いときは
- 5 騒音は大きく、打ち抜き速度が遅くなるほど騒音は小さくなり、また、打ち抜き速度が一定であれば、負荷が軽いときは騒音は小さく、負荷が重いほど騒音は大きくなることが知られている。このことから、図5に示すサーボモータ30a、30bの速度－トルク特性のように、
- 10 負荷が重いほどラム速度が低下することは、そのまま低騒音化につながるのである。しかも、このようなラム速度の低下は、作業効率を妨げるものではないことが、以下に示す各種ワークについての打ち抜き加工の実測データおよびそれに基づく特徴抽出波形データから明らかで
- 15 ある。

図6はノーワークのときの打ち抜き加工の実測データ、図7Aはそれに基づく特徴抽出波形データ、図7Bは、その打ち抜きトルク－速度特性を示す。

- 図6、図7A及び図7Bに示すように、ワークのないときは、ラム22の1サイクルの前半において、速度カーブおよびトルクカーブはいずれも正転方向に立ち上がって一定値を保ち、これによりラム位置カーブは上昇端位置（H位置相当）から下降端位置（L位置相当）まで実質的に均一に下降する。つぎに、ラム22の1サイク
- 20
- 25 ルの後半において、速度カーブおよびトルクカーブはい

いずれも逆転方向に立ち上がって一定値を保ち、これによりラム位置カーブは下降端位置（L位置相当）から上昇端位置（H位置相当）まで実質的に均一に上昇する。

図 8 は薄板のワークを小径のパンチで打ち抜いたとき
5 の打ち抜き加工の実測データ、図 9 A はそれに基づく特徴抽出波形データ、図 9 B はその打ち抜きトルク－速度特性を示す。

図 8 乃至図 9 B に示すように、薄板のワークを小径のパンチで打ち抜くときは、ラム 2 2 の 1 サイクルの前半
10 における挙動が図 6 乃至図 7 B の場合と異なる。すなわち、初期動作は図 6 乃至図 7 B の場合と同様、速度カーブおよびトルクカーブはいずれも正転方向に立ち上がって一定値になり、これによりラム位置カーブは上昇端位置（H位置相当）から実質的に均一に下降し始める。と
15 ころが、ラム 2 2 下端のストライカ 2 4 がパンチ金型 2 6 を押し込んでその先端がワーク上面に当たることでワークから負荷を受けると、トルクカーブが急激に上昇するとともに速度カーブが減少し、これにともなってラム位置カーブの下降が緩やかに（遅く）なる。そして、パ
20 ンチ金型 2 6 の先端がワーク下面手前まで下降してワークから受ける負荷が急減すると、トルクカーブが急激に下降するとともに、速度カーブが速度減少分を取り戻すべく前記一定値を超えて加速し、これにともなってラム位置カーブも下降速度を加速する。その後ラム 2 2 の 1
25 サイクルの後半では、図 6 乃至図 7 B の場合と同様に、

ラム位置カーブは下降端位置（L位置相当）から上昇端位置（H位置相当）まで実質的に均一に上昇する。

図10は同じ薄板のワークを大径のパンチで打ち抜いたときの打ち抜き加工の実測データ、図11Aは、それ
5 に基づく特徴抽出波形データ、図11Bは、その打ち抜きトルク－速度特性を示す。

図10乃至図11Bに示すように、薄板のワークを大径のパンチで打ち抜くときは、ラム22の1サイクルの前半における挙動が図8乃至図9Bの場合と異なる。す
10 なわち、初期動作は図8乃至図9Bの場合と同様、速度カーブおよびトルクカーブはいずれも正転方向に立ち上がって一定値になり、これによりラム位置カーブは上昇端位置（H位置相当）から実質的に均一に下降し始める。
ところが、ラム22下端のストライカ24がパンチ金型
15 26を押し込んでワークから負荷を受けると、図8乃至図9Bの場合に比べてパンチの直径が大きいためワークから受ける負荷が大きく、そのため、トルクカーブが図8乃至図9Bの場合より大きく上昇するとともに速度カーブが図8乃至図9Bの場合より大きく減少し、これに
20 ともなってラム位置カーブの下降が図8乃至図9Bの場合よりずっと緩やかに（遅く）なる。そして、パンチ金型26の先端がワーク下面手前まで下降してワークから受ける負荷が急減すると、トルクカーブが急激に下降するとともに、速度カーブが速度減少分を取り戻すべく図
25 8乃至図9Bの場合より大きく加速し、これにともなっ

てラム位置カーブも下降速度を図 8 乃至図 9 B の場合より大きく加速する。その後ラム 2 2 の 1 サイクルの後半では、図 8 乃至図 9 B の場合と同様に、ラム位置カーブは下降端位置（L 位置相当）から上昇端位置（H 位置相当）まで実質的に均一に上昇する。

図 1 2 は厚板のワークを小径のパンチで打ち抜いたときの打ち抜き加工の実測データ、図 1 3 A は、それに基づく特徴抽出波形データ、図 1 3 B は、その打ち抜きトルク－速度特性を示す。

図 1 2 乃至図 1 3 B に示すように、厚板のワークを小径のパンチで打ち抜くときも、図 8 乃至図 9 B の場合に比べてワークの板厚が厚いためワークから受ける負荷が大きく、そのためラム 2 2 の 1 サイクルの前半における挙動が図 8 , 9 の場合と異なるが、図 1 0 乃至図 1 1 B の場合と比べれば大差はない。

このように、ラム 2 2 にかかる負荷の大きさによって、速度カーブが減少してラム位置カーブの下降が緩やかに（遅く）なれば、その速度減少分を取り戻すべく速度カーブが一定値を超えて加速し、ラム位置カーブも下降速度を加速することで、負荷によるラム速度の低下は、ラム 2 2 の 1 サイクル中における加減速として吸収・解消されてしまい、そのため、ラム 2 2 の 1 サイクルを通じて要する時間には実質的な変化がなく、ラム 2 2 の高速化の妨げとはならない。

このようなモータの速度－トルク特性は、つぎのよう

に説明できる。モータは、供給される電気エネルギーを負荷に作用するエネルギーに変換するものであり、サーボモータ 30 a、30 b の場合、供給される電気エネルギーは、サーボアンプ 40 a、40 b によって容量が決定され、また電源電圧の制限も受け、電源電圧以上の電圧を印加することもできない。

一方、負荷に作用するエネルギーすなわちモータトルクは、サーボモータ 30 a、30 b の場合、ラム 22 を下降させる適宜加速度の正転と、ラム 22 を上昇させる適宜加速度の逆転とを繰り返すサイクルのラム下降動作中に、パンチングの打ち抜き動作を実行するものであるから、ラム 22 の運動エネルギー発生用のトルクと、打ち抜き加圧力発生用のトルクとに分けられる。

このような場合、加速度がかなり低ければ（ラム 22 の上下動が遅ければ）、運動エネルギー発生用のトルク分が少なくて済むため、モータトルクのほとんどすべてを加圧力発生用のトルクとして利用できる。そのため、ワークの板厚、材質などの条件によって大きな加圧力を要求されても、その加圧力を十分に発生することができ、運動エネルギー発生用のトルクが不足してラム 22 の速度に影響を及ぼすことはない。

これに対し、実際には作業効率などから、ある程度高い加速度（ラム 22 の上下動が速い）が要請されるため、モータトルクのうち加圧力発生用のトルクとして利用できる分に限られる。そのため、ワークの板厚、材質など

の条件によって大きな加圧力を要求されると、その加圧力を発生するのにモータトルクの大部分が使われ、運動エネルギー発生用のトルクが不足し、ラム 2 2 の速度を維持することができなくてラム 2 2 の下降速度が減速してしまう。

ところが、このラム 2 2 の下降速度の減速こそが、パンチングの打ち抜き動作にともなう騒音、振動の低騒音化、低振動化にきわめて有用な特性である。すなわち、ワークの板厚、材質などの条件によって、要求される加圧力（加圧トン数）が比較的小さいときは、ラム 2 2 の下降速度の速度低下が少ないから、軽い負荷の打ち抜き動作は比較的速くなり、また、要求される加圧力（加圧トン数）が比較的大きいときは、ラム 2 2 の下降速度の速度低下が多いから、重い負荷の打ち抜き動作は比較的遅くなり、しかも、このような打ち抜き速度の変動は、要求される加圧力（加圧トン数）に応じて自動的に決定されるから、打ち抜きトン数による打ち抜きパターン（ラム 2 2 の下降パターン）の指令が不要である。つまり、ラム 2 2 の下降速度を維持できなくなることによって、最適な打ち抜きパターン（ラム 2 2 の下降パターン）が自動的に生成されることになる。

逆にいえば、サーボアンプ 4 0 a、4 0 b によって供給される電気エネルギーの容量が決定されるサーボモータ 3 0 a、3 0 b のモータトルクが、タレットパンチプレス 1 0 で取り扱うワークの種類に応じて、軽い負荷か

ら重い負荷まで最適な打ち抜きパターン（ラム 2 2 の下降パターン）が生成されるモータトルクとなるように、使用するサーボモータ 3 0 a、3 0 b の速度－トルク特性を設定することで、パンチングの打ち抜き動作にともなう騒音、振動の低騒音化、低振動化が実現できる。

そして、トグルやフライホイールなどの機構を利用しないモーターラム作動軸直結型の電動式パンチプレスにおいて、図 5 乃至図 1 3 B に示すような説明に基づくパンチングの打ち抜き動作にともなう騒音、振動の低騒音化、低振動化が実現されるものは、結局、この発明によるサーボドライブシステム（連続加工システム）1 のサーボモータ 3 0 a、3 0 b と同様の速度－トルク特性を備えているといえる。

ここで、サーボアンプ 4 0 a、4 0 b のリアクトル 4 3 a、4 3 b およびコンデンサ 4 4 a、4 4 b の作用について説明する。

リアクトル 4 3 a、4 3 b の値を L とすると、インピーダンス Z は $Z = 2 \pi f L$ であるから、周波数の高い成分に対しては大きな抵抗となる。そのためリアクトル 4 3 a、4 3 b は、高周波電流成分をカットすることでピーク電流を抑制することができるものであり、これによりサーボアンプ 4 0 a、4 0 b のピーク電力が抑制されるため、 L 値がかなり大きなリアクトル 4 3 a、4 3 b を用いることで、例えばトグルやフライホイールなどの機構を利用する場合に比べて、電力会社との契約電力を

実質的に変更する必要のないピーク電力に調整することができる。

ところが、パンチプレスによる打ち抜き加工では、ラム 22 を上下動させるエキセンシャフト 20 を高速動作させるには大きな運動エネルギーが必要で、しかもその頻度も高いから、リアクトル 43 a、43 b の L 値がかなり大きくなると、サーボアンプ 40 a、40 b からサーボモータ 30 a、30 b への高速動作用の電力エネルギー供給が間に合わない虞がある。また、パンチプレスによる打ち抜き加工では、打ち抜き加工時に大きな抜きエネルギーが必要であるから、リアクトル 43 a、43 b の L 値がかなり大きくなると、サーボアンプ 40 a、40 b からサーボモータ 30 a、30 b への打ち抜き動作用の電力エネルギー供給が不足する虞がある。

そこで、このようなサーボアンプ 40 a、40 b からサーボモータ 30 a、30 b への高速動作用の電力エネルギー供給、および／または、打ち抜き動作用の電力エネルギー供給を補うために、コンデンサ 44 a、44 b を設けてあり、容量がかなり大きなコンデンサ 44 a、44 b を用いることで、高速動作用に必要な電力エネルギーおよび／または打ち抜き動作用に必要な電力エネルギーを、サーボアンプ 40 a、40 b からサーボモータ 30 a、30 b へ十分に供給することができる。

したがって、L 値がかなり大きなリアクトル 43 a、43 b を用いるとともに、容量がかなり大きなコンデン

サ 4 4 a、4 4 b を用いることで、ピーク電力を所望に応じて低減することができるとともに、タレットパンチプレス 1 0 の本来の性能に応じた高速パンチング加工を実行することができる。

- 5 尚、上記の実施の形態では、両サーボモータ 3 0 a、3 0 b を一体として動作させることを前提として説明したが、これに限定するものでなく、例えば、負荷が非常に軽くて片方のサーボモータ 3 0 a または 3 0 b のトルクだけで充分加工できるような場合は、いずれか一方の
- 10 サーボモータ 3 0 a または 3 0 b のみに通電して動作させることも可能である。そうすれば、そのような非常に軽い負荷に対して両サーボモータ 3 0 a、3 0 b を一体として動作させた場合に比べて、ラム 2 2 の下降速度が緩やかになって低騒音化につながる可能性があり、また、
- 15 省電力効果も期待できる。ただし、冷却などの必要な発熱対策を講じておくことが好ましい。

図 1 4 は、この発明によるプレス機械のサーボドライブシステム（連続加工システム）の他の実施の形態を示す要部の縦断面図、図 1 5 はその右側面図であり、この

20 プレス機械のサーボドライブシステム（連続加工システム）1 0 1 は、タレットパンチプレス 1 1 0 に適用したものである。

このタレットパンチプレス 1 1 0 は、一対のサーボモータ 3 0 a、3 0 b に代えて、図 1 6 に示すように、サーボモータ 3 0 a、3 0 b を三相並列回路として一体に

25

構成した 1 台のサーボモータ 1 3 0 を使用したものであり、サーボモータ 3 0 a、3 0 b と同様の速度－トルク特性を有するものである。そのため、サーボモータ 1 3 0 は、サーボモータ 3 0 a または 3 0 b の一方と比べると大型であり、それに応じて、エキセンシャフト 1 2 0 は一端にのみ、延長部 2 0 a に比べて長く延びた延長部 1 2 0 a が形成され、この延長部 1 2 0 a をモータ主軸 1 3 1 とするサーボモータ 1 3 0 が、フレーム 1 1 1 a の外側に取り付けられている。プレス機械のサーボドライブシステム（連続加工システム）1 0 1 のその他の構成は、図 1、図 2 に示すプレス機械のサーボドライブシステム（連続加工システム）1 と同様のものであるので、同様の部分に図 1、図 2 で使用した符号に 1 0 0 を加えた符号をつけて示すことで、プレス機械のサーボドライブシステム（連続加工システム）1 0 1 の各部の構成についての詳細な説明は省略する。また、プレス機械のサーボドライブシステム（連続加工システム）1 0 1 の作用も、プレス機械のサーボドライブシステム（連続加工システム）1 と同様である。

このような、サーボモータ 1 3 0 が 1 台のみ（シングルドライブ）のタレットパンチプレス 1 1 0 と、一対のサーボモータ 3 0 a、3 0 b を備えたツインドライブのタレットパンチプレス 1 0 とを比較すると、つぎのような違いがある。すなわち、シングルドライブのタレットパンチプレス 1 1 0 の場合は、サーボモータ 1 3 0 の重

量による応力をフレーム 1 1 1 b のみで受けるため、フレーム 1 1 1 a、1 1 1 b に歪みが生じる。また、サーボモータ 1 3 0 の発熱により、熱の不均一による歪みも生じる。また、軸受部 1 1 2 a、1 1 2 b の応力も互いに異なる。したがって、これらに対する対策を講じる必要がある。これに対し、ツインドライブのタレットパンチプレス 1 0 の場合は、応力歪みがなくなり、熱も分散・平均化されるという利点がある。

10 なお、上記の実施の形態では、エキセンシャフト 2 0 の両端延長部 2 0 a、2 0 b 自体を、サーボモータ 3 0 a、3 0 b の主軸 3 1 a、3 1 b として構成したが、これに限定するものでなく、必要であれば、例えば、エキセンシャフト 2 0 と主軸 3 1 a、3 1 b とを別部材として構成し、ボルト止めその他適宜の手段によりエキセン
15 シャフト 2 0 の両端部に主軸 3 1 a、3 1 b をそれぞれ固着することで、両者を一体に構成することが可能であり、また、エキセンシャフト 1 2 0 とサーボモータ 1 3 0 の主軸 1 3 1 との関係も同様である。

20 また、上記の実施の形態では、サーボドライブシステム（連続加工システム）1、1 0 1 をタレットパンチプレス 1 0、1 1 0 に適用したが、これに限定するものでなく、パンチプレス以外の各種のプレス機械に適用することが可能である。

25 なお、日本国特許出願第 2 0 0 2 - 1 7 7 1 4 3 号（2 0 0 2 年 6 月 1 8 日出願）、同第 2 0 0 2 - 1 7 7 1 5 0

号（２００２年６月１８日出願）、同第２００２－１７７
１４９号（２００２年６月１８日出願）、同第２００３－
１４５３７２号（２００３年５月２２日出願）、同第２０
０３－１４５３７４号（２００３年５月２２日出願）、同
5 第２００３－１４５３７７号（２００３年５月２２日出
願）及び同第２００２－１７７１４５号（２００２年６
月１８日出願）の全内容が、参照により、本願明細書に
組み込まれている。

本発明は、前述の発明の実施の形態の説明に限るもの
10 ではなく、適宜の変更を行うことにより、その他種々の
態様で実施可能である。

請求の範囲

1. プレス機械のサーボドライブシステムが、以下を含む：

5 ラム；

前記ラムを上下動させる作動軸；及び

前記ラムの動力源として作用するサーボモータであって、互いに同一の速度－トルク特性に基づくトルクを合成して使うことで必要なラム圧力を発生可能な一対のサ

10 ーボモータ；

上記構成において、

前記一対の両サーボモータを、互いにミラーイメージで対称に構成する；

前記一対の両サーボモータを、前記作動軸の両端に互
15 いに対向して設置する；及び

前記一対のサーボモータを一体として動作させることにより、前記一対のサーボモータが、前記作動軸を直接駆動して、前記ラムを上下動させる。

20 2. 請求の範囲第1項のサーボドライブシステムにおいて、

前記一対のサーボモータの一方のサーボモータ用のサーボアンプのパワー部と、他方のサーボモータ用のサーボアンプのパワー部とを、同一ゲート信号でドライブす

25 ることにより、前記両サーボモータを一体として動作さ

せる。

3. 請求の範囲第1項のサーボドライブシステムにおいて、

5 前記一對のサーボモータは、モータの速度－トルク特性に基づくトルクを使い；及び

機構のイナーシャを利用しないで必要なラム圧力を発生するため、ラムの下降動作中にワークから負荷を受けると、その負荷に応じて両サーボモータの速度が減少する；これにより、前記ラムの下降速度を低下させる。

10

4. 請求の範囲第1項のサーボドライブシステムにおいて、

前記ラムを上下動させる前記作動軸はエキセンシャフトで構成され；及び

15

前記サーボモータは、前記エキセンシャフトをモータ主軸として構成してある。

5. 請求の範囲第4項のサーボドライブシステムにおいて、

20

前記一對のサーボモータの各ロータは、前記エキセンシャフトの左右各端延長部の周囲に、外周に偶数個の磁極用マグネットを円周方向に沿って所定間隔で備えたスリーブをそれぞれ嵌装されている；

25 前記左右両スリーブの磁極位置が、互いにミラーイメ

ージで対称となるように位置決めされ、それぞれがブッシュで固定されている；

前記一对のサーボモータの各ステータは、三相電機子巻線を巻いた外筒を前記各ロータにそれぞれ外装されさ

5 れている；及び

左右両外筒の三相電機子巻線の円周方向位置が互いにミラーイメージで対称となるように位置決めされていて、前記エキセンシャフトの左右の支持フレームにそれぞれ固定されている。

10

6. 請求の範囲第4項のサーボドライブシステムにおいて、

前記一对のサーボモータの各ロータは、前記エキセンシャフトの左右各端延長部の周囲に、外周に偶数個の磁極用マグネットを円周方向に沿って所定間隔で備えたス

15 リープをそれぞれ嵌装されている；

前記左右両スリーブの磁極用マグネットの円周方向位置が互いにミラーイメージで対称となるように位置決めされ、それぞれがブッシュで固定されている；

20 前記一对のサーボモータの各ステータは、三相電機子巻線を巻いた外筒を前記各ロータにそれぞれ外装されされている；及び

左右両外筒の三相電機子巻線の円周方向位置が互いにミラーイメージで対称となるように位置決めされていて、

25 前記エキセンシャフトの左右の支持フレームにそれぞれ

固定されている。

7. プレス機械のサーボドライブシステムであって、ラムの動力源としてサーボモータを用いるプレス機械において、以下のように構成されている：

前記サーボモータとして、モータの速度－トルク特性に基づくトルクを使う；

機構のイナーシャを利用しないで必要なラム圧力を発生可能である；

- 10 ラムの下降動作中にワークから負荷を受けると、その負荷に応じてモータの速度が減少することでラムの下降速度を低下させるサーボモータを採用している；及び

前記サーボモータにより、ラムを上下動させる作動軸を直接駆動する。

15

8. 請求の範囲第7項のサーボドライブシステムにおいて、

ラムを上下動させる前記作動軸はエキセンシャフトで構成され；及び

- 20 前記サーボモータは、前記エキセンシャフトをモータ主軸として構成されている。

9. プレス機械のサーボドライブシステムであって、ラムの動力源としてサーボモータを用いるプレス機械において、以下のように構成されている：

25

前記サーボモータとして、ラムを上下動させる作動軸の両端に互いに対向して設置され、かつ、互いに同一の速度－トルク特性に基づくトルクを合成して使い；

- 5 機構のイナーシャを利用しないで必要なラム圧力を発生可能で、ラムの下降動作中にワークから負荷を受けると、その負荷に応じてモータの速度が減少することでラムの下降速度を低下させる一対のサーボモータを採用し；及び

- 10 前記一対のサーボモータを一体として動作させることで、前記作動軸を直接駆動する。

10．請求の範囲第9項のサーボドライブシステムにおいて、

- 15 ラムを上下動させる前記作動軸はエキセンシャフトで構成され；及び

前記サーボモータは、前記エキセンシャフトをモータ主軸として構成されている。

- 20 11．プレス機械の連続加工システムであって、ラムの動力源としてサーボモータを用いるプレス機械において、以下のように構成されている：

モータの速度－トルク特性に基づくトルクを使うことで必要なラム圧力を発生可能なサーボモータを用いて、ラムを上下動させる作動軸を直接駆動する；及び

- 25 前記サーボモータにより、ラムがプレス加工に要する

所定の下降端位置と、この位置から戻されてラムの下端部が工具上面から離れる位置との間を上下動するように、前記作動軸をラムの当該両位置間に相当する角度範囲だけ連続して往復回動させる；これにより、ワークに連続

5 的なプレス加工を行なう。

1 2 . 請求の範囲第 1 1 項の連続加工システムにおいて、前記サーボモータは、モータの速度－トルク特性に基づくトルクを使い；及び

10 機構のイナーシャを利用しないで必要なラム圧力を発生可能なサーボモータである。

1 3 . 請求の範囲第 1 1 項の連続加工システムにおいて、ラムを上下動させる前記作動軸はエキセンシャフトで

15 構成され；及び

前記サーボモータは、前記エキセンシャフトをモータ主軸として構成した。

1 4 . プレス機械の連続加工システムであって、ラムの動力源としてサーボモータを用いるプレス機械において、
20 以下のように構成されている：

前記サーボモータとして、ラムを上下動させる作動軸の両端に互いに対向して設置され、かつ、互いに同一の速度－トルク特性に基づくトルクを合成して使うことで
25 必要なラム圧力を発生可能な一対のサーボモータを用い

て、ラムを上下動させる作動軸を直接駆動する；及び

ラムがプレス加工に要する所定の下降端位置と、この位置から戻されてラムの下端部が工具上面から離れる位置との間を上下動するように、前記一対のサーボモータ
5 により、前記作動軸をラムの当該両位置間に相当する角度範囲だけ連続して往復回転させる；これにより、ワークに連続的なプレス加工を行なう。

1 5 . 請求の範囲第 1 4 項の連続加工システムにおいて、
10 前記サーボモータは、モータの速度－トルク特性に基づくトルクを使い；及び

機構のイナーシャを利用しないで必要なラム圧力を発生可能なサーボモータである。

15 1 6 . 請求の範囲第 1 4 項の連続加工システムにおいて、
ラムを上下動させる前記作動軸はエキセンシャフトで構成され；及び

前記サーボモータは、前記エキセンシャフトをモータ主軸として構成した。

20

1 7 . サーボドライブシステムであって、ラムの動力源としてサーボモータを用いるパンチプレスにおいて、以下のように構成されている：

前記サーボモータとして、モータの速度－トルク特性
25 に基づくトルクを使うことで必要なラム圧力を発生可能

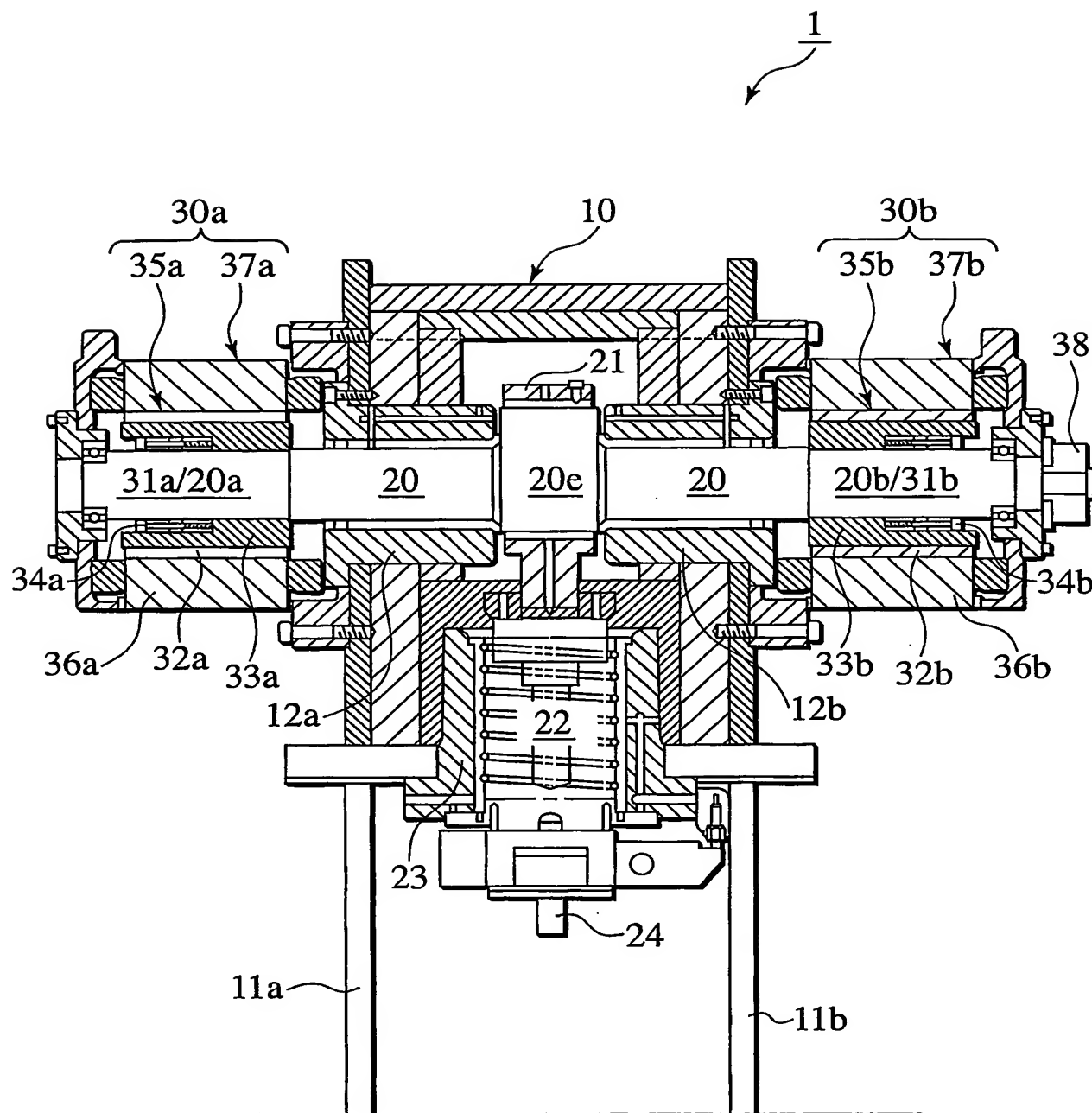
なサーボモータを用いて、ラムを上下動させる作動軸を直接駆動する；及び

前記サーボモータの制御用パワードライバの前段に、高周波電流成分をカットすることでピーク電流を抑制するリアクトルと、このピーク電流の抑制により不足する電力エネルギーを供給するコンデンサとを設けている。

18. 請求の範囲第17項のサーボドライブシステムにおいて、

10 前記コンデンサは、前記ピーク電流の抑制により不足する高速動作の電力エネルギーおよび／または打ち抜き用の電力エネルギーを供給するパンチプレス of のサーボドライブシステムである。

FIG.1



2/16

FIG.2

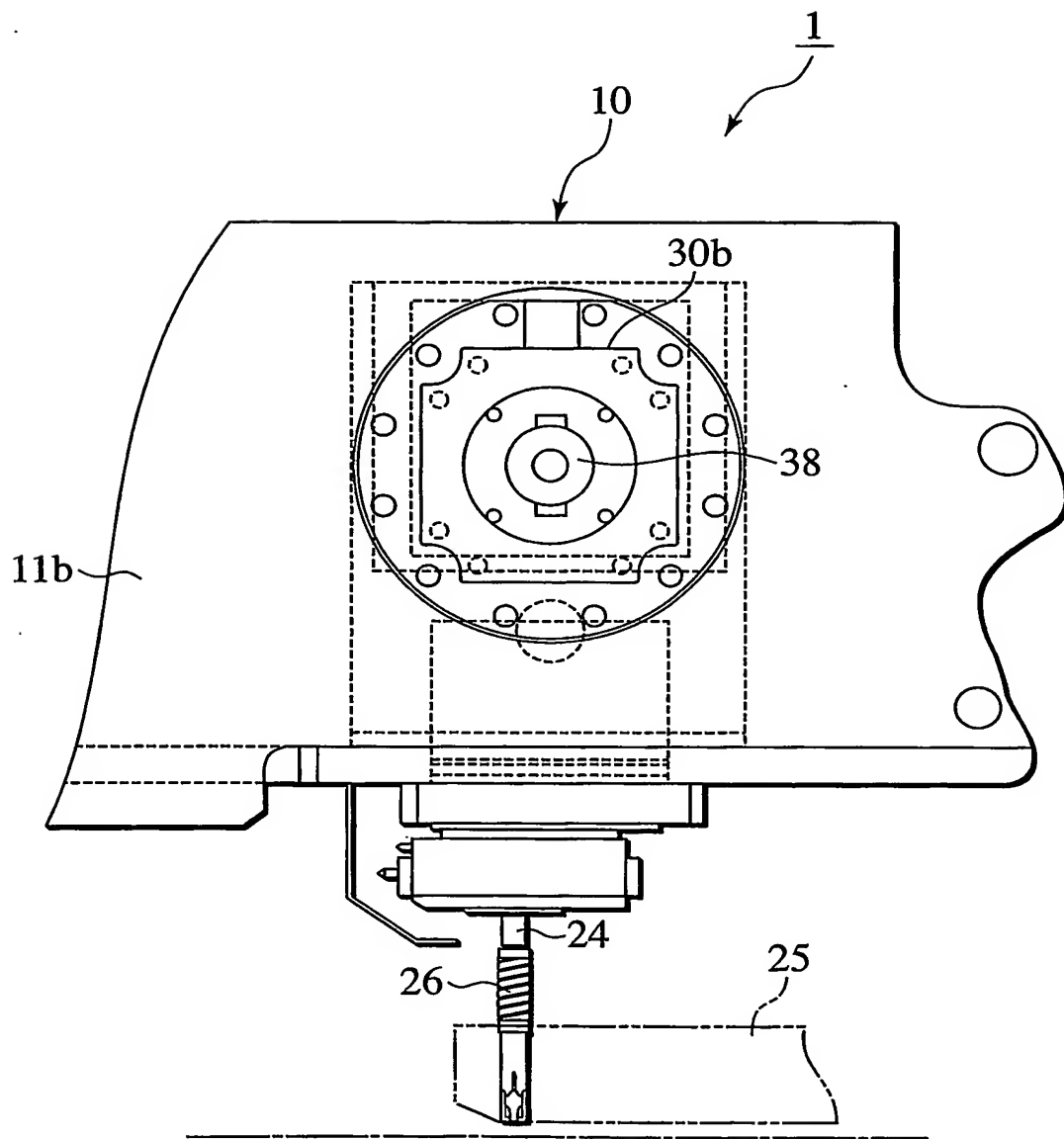
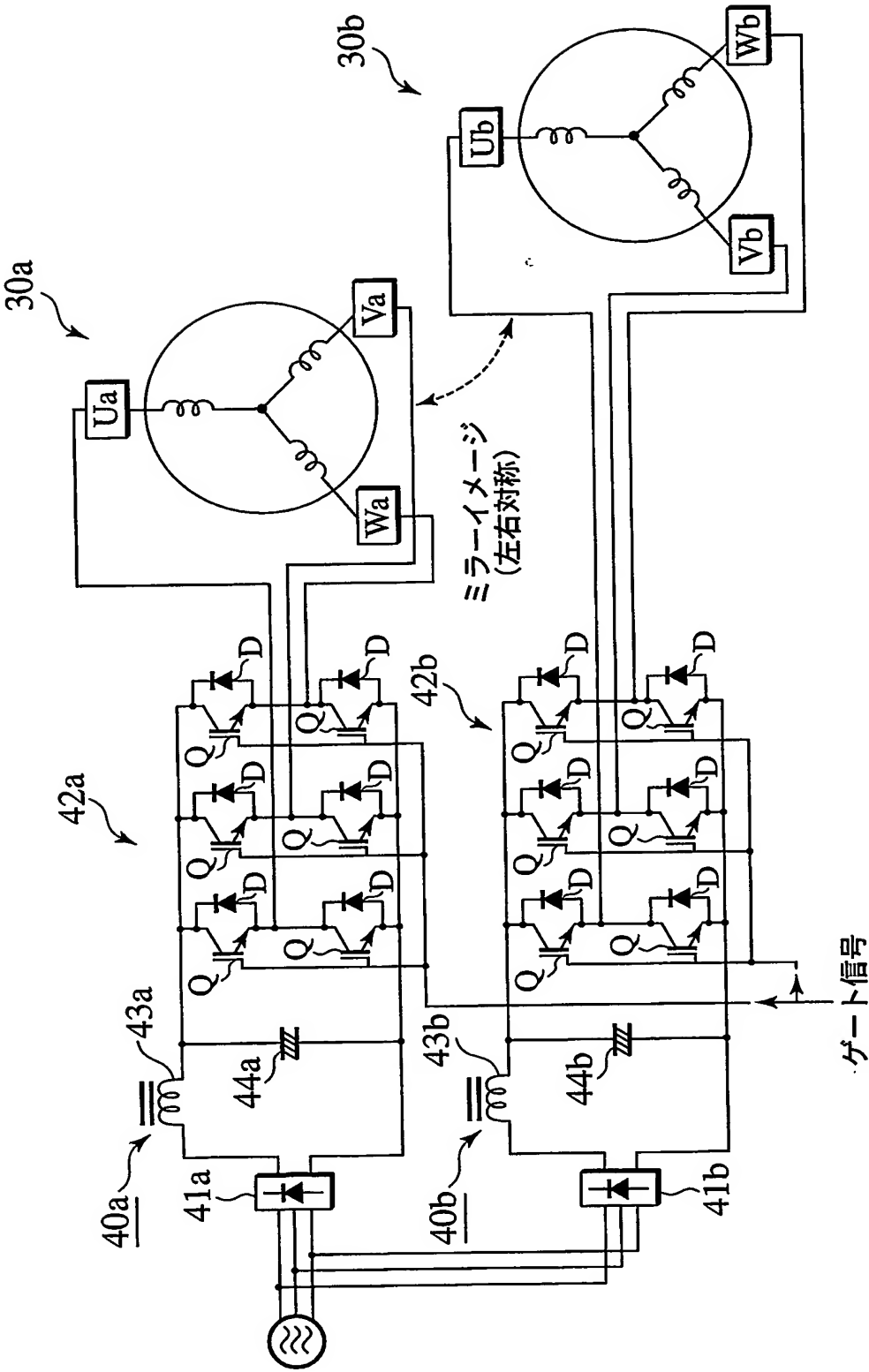


FIG.3



4/16

FIG.4A

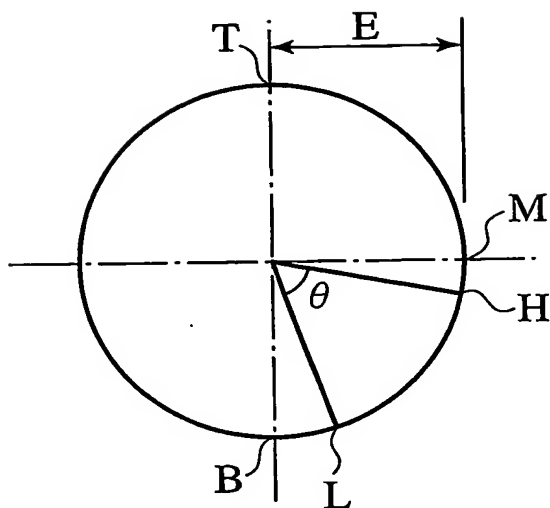


FIG.4B

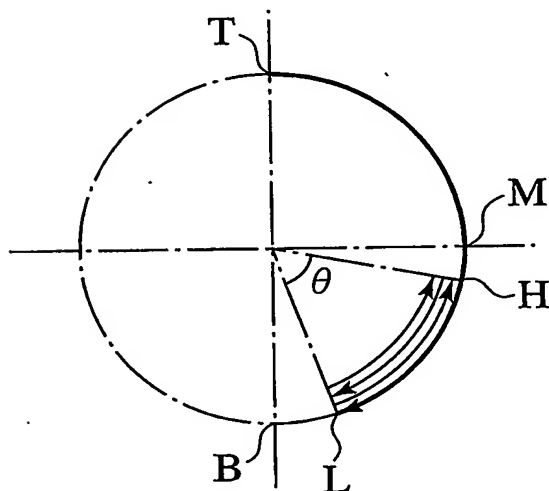


FIG.4C

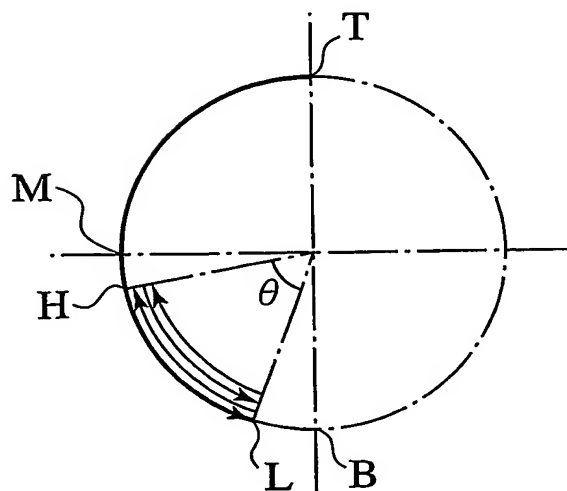
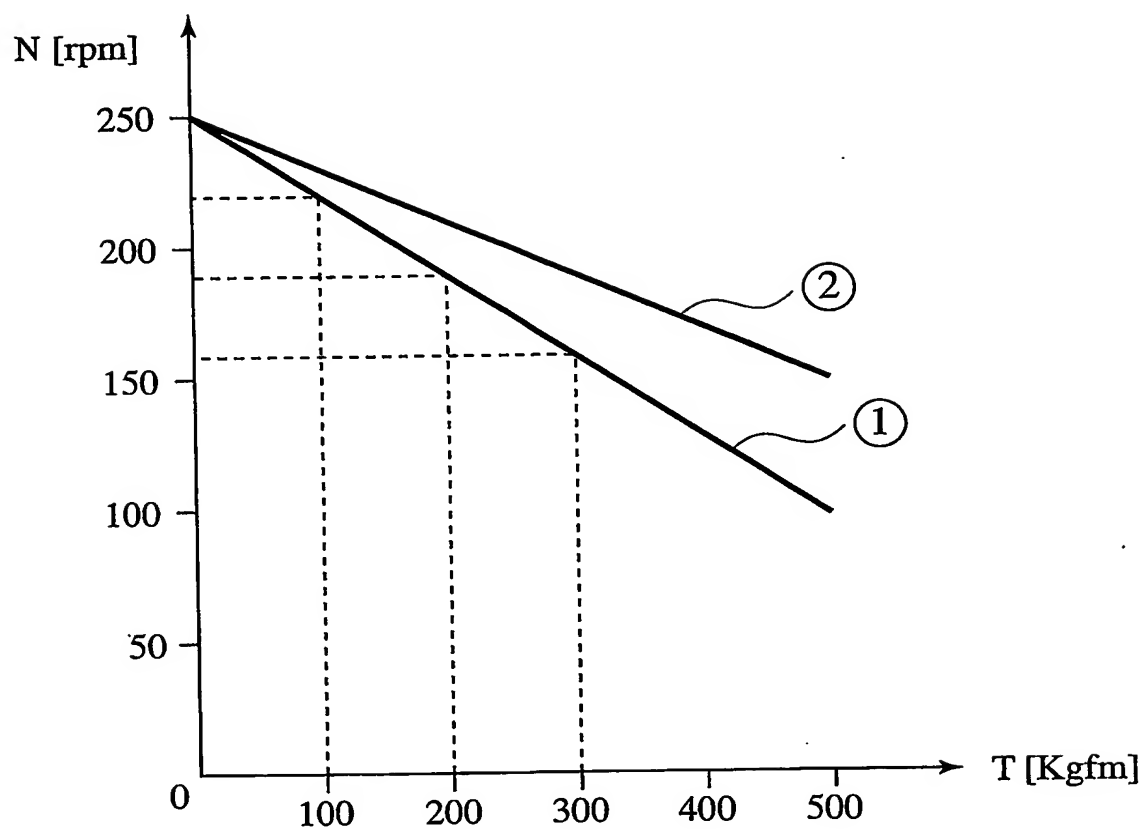
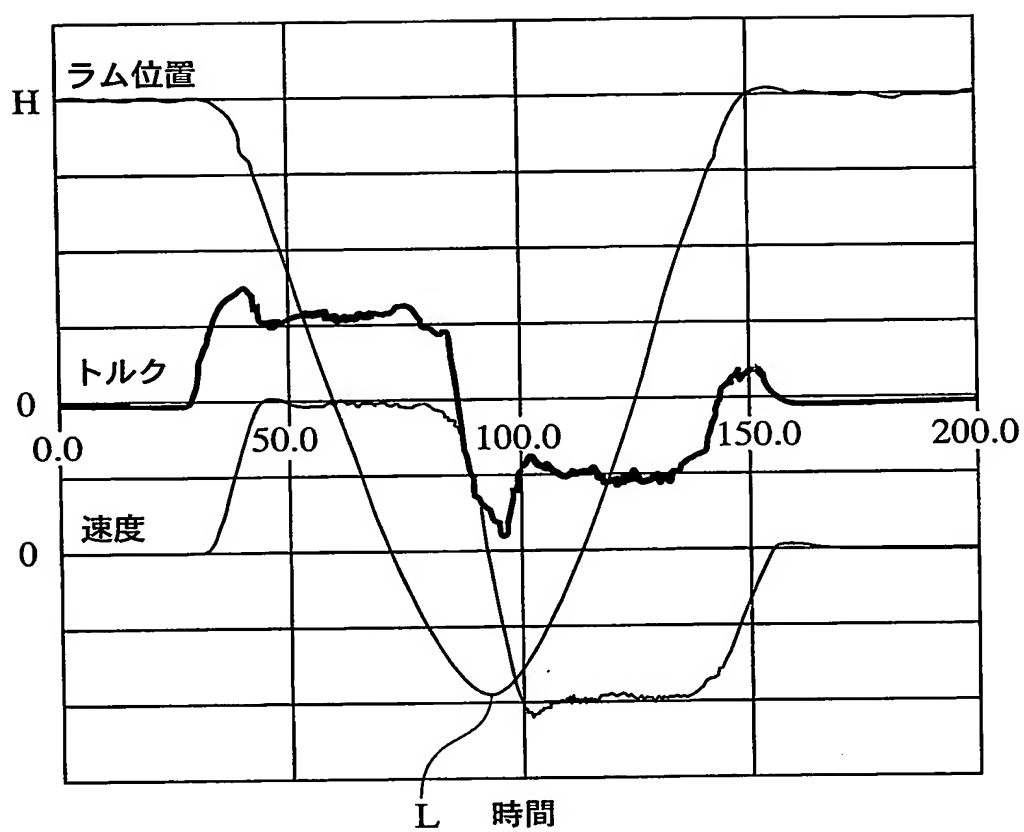


FIG.5



6/16

FIG.6



7/16

FIG.7A

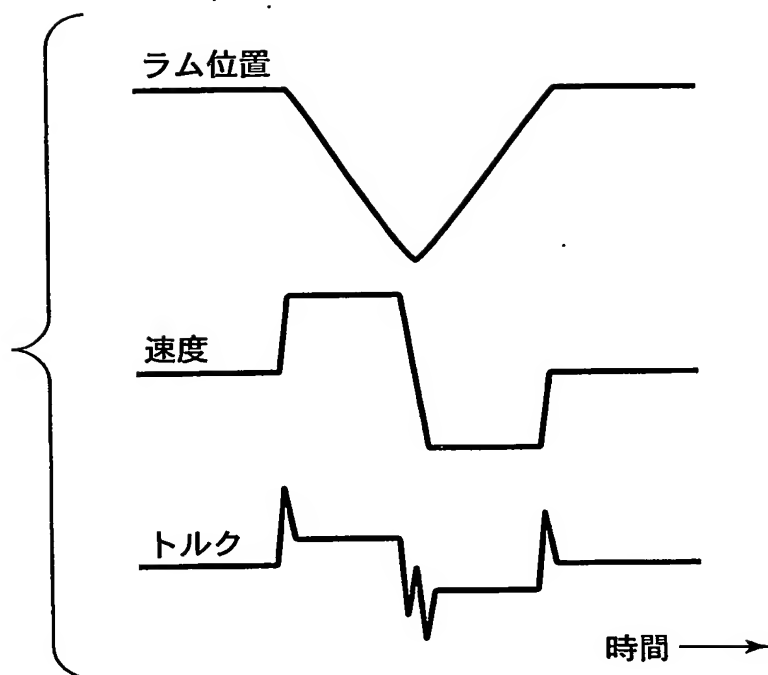
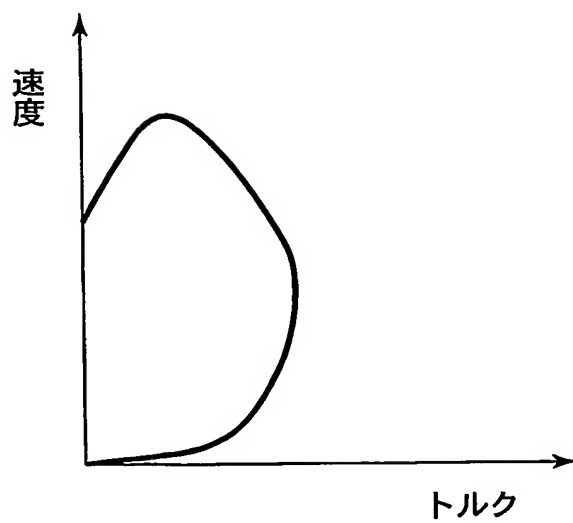
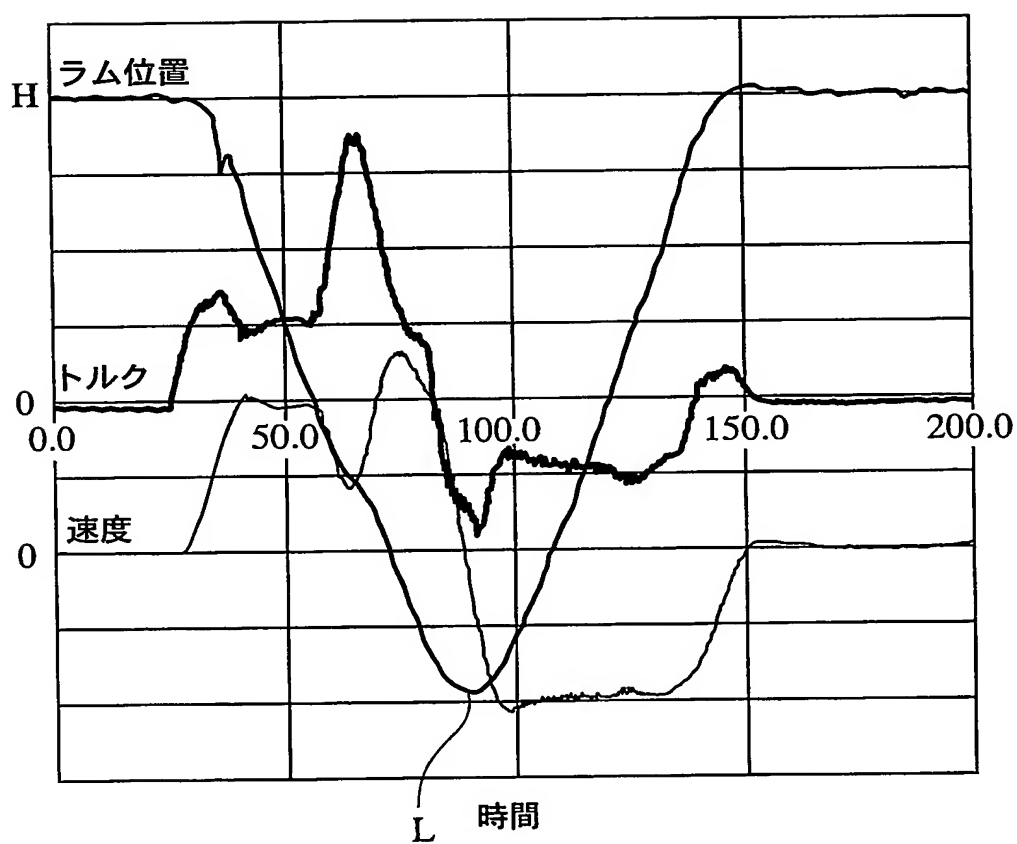


FIG.7B



8/16

FIG.8



9/16

FIG.9A

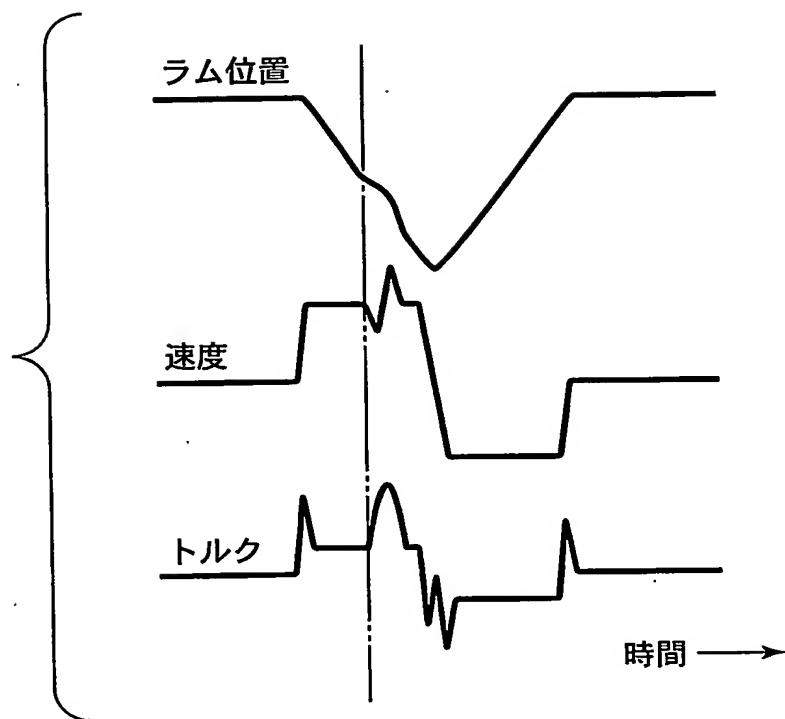
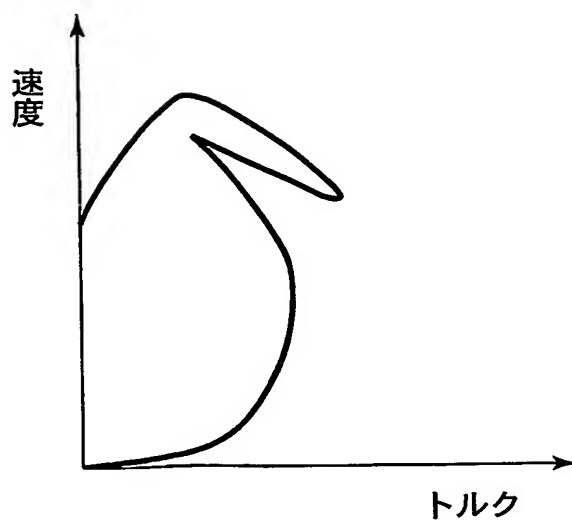
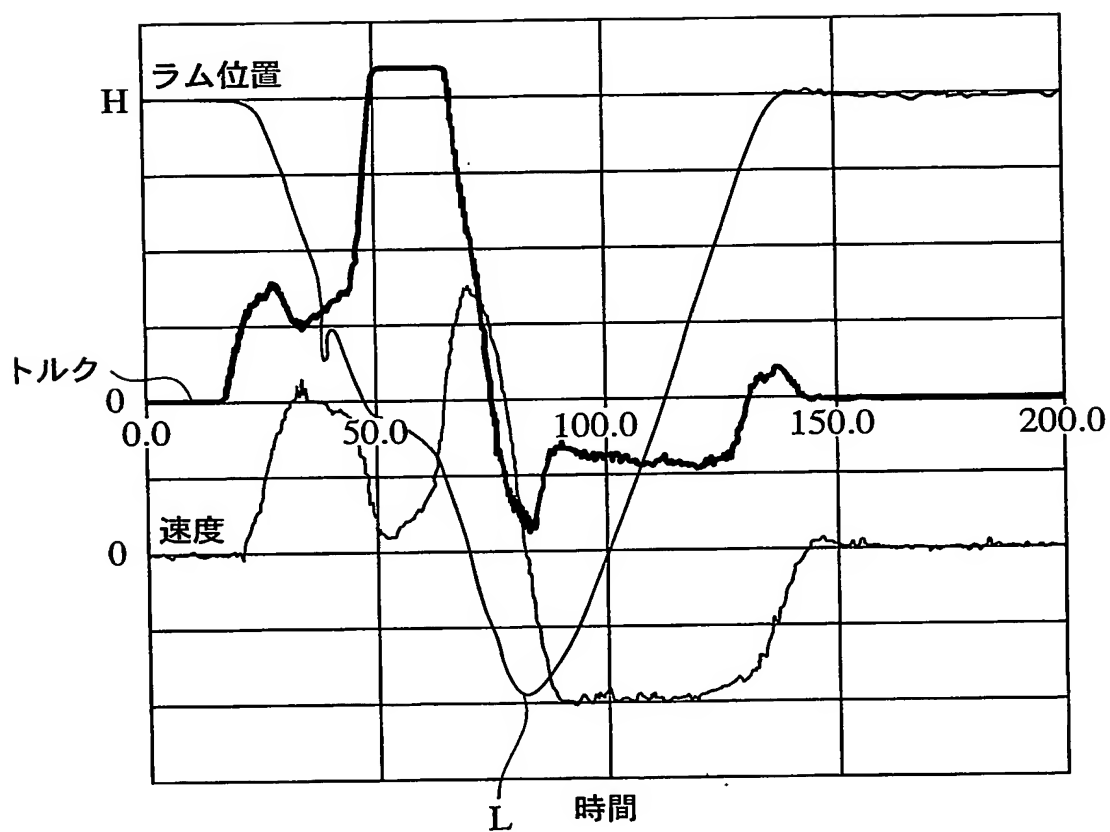


FIG.9B



10/16

FIG.10



11/16

FIG.11A

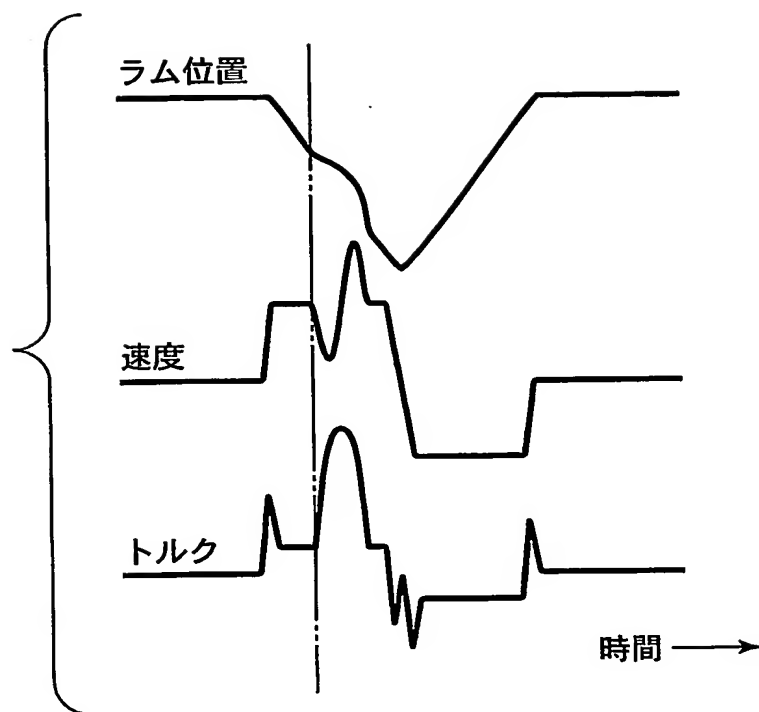
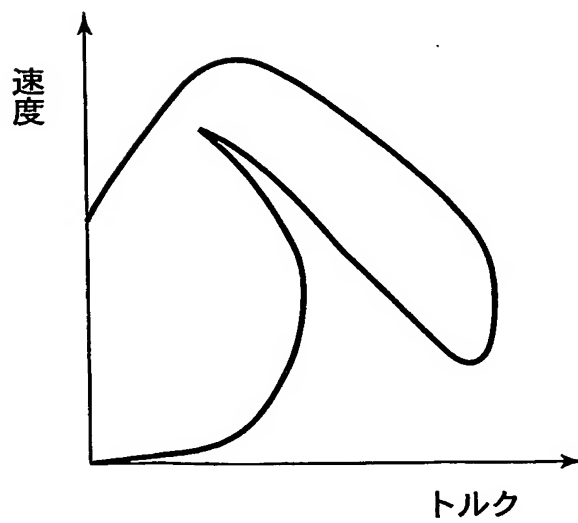
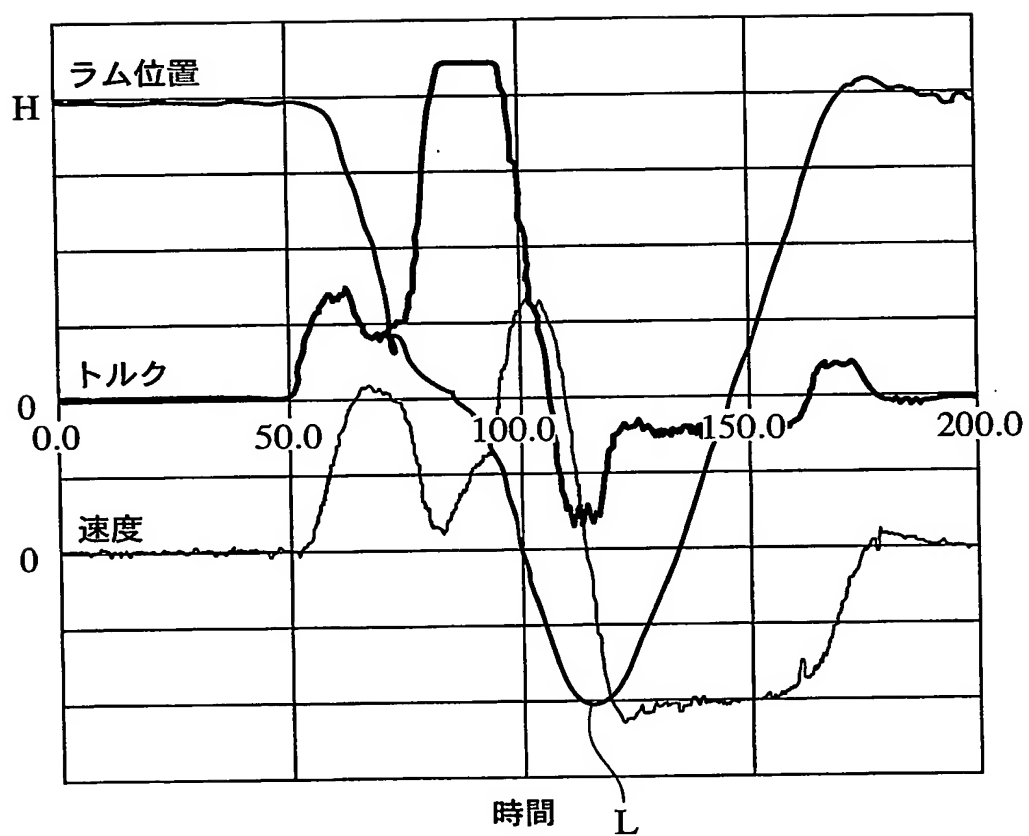


FIG.11B



12/16

FIG.12



13/16

FIG.13A

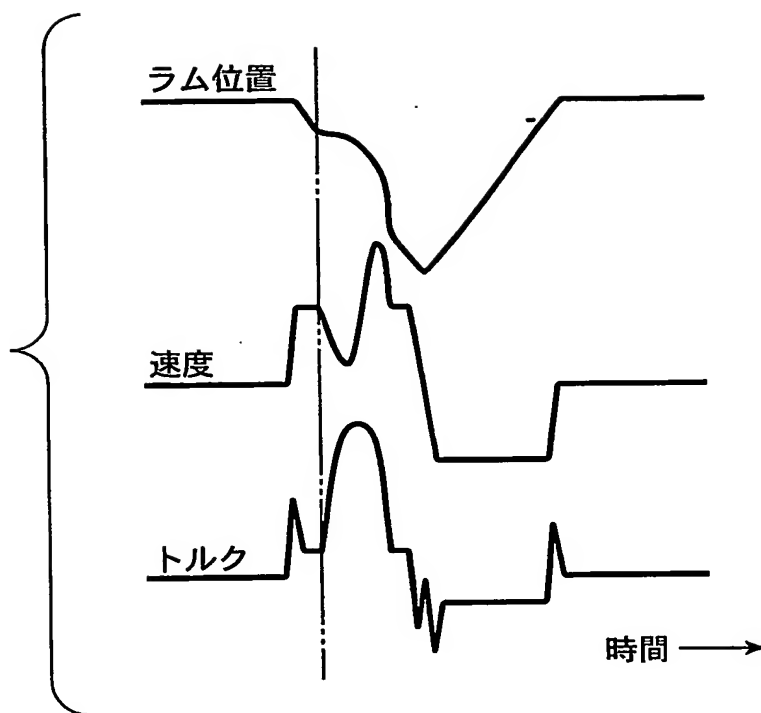
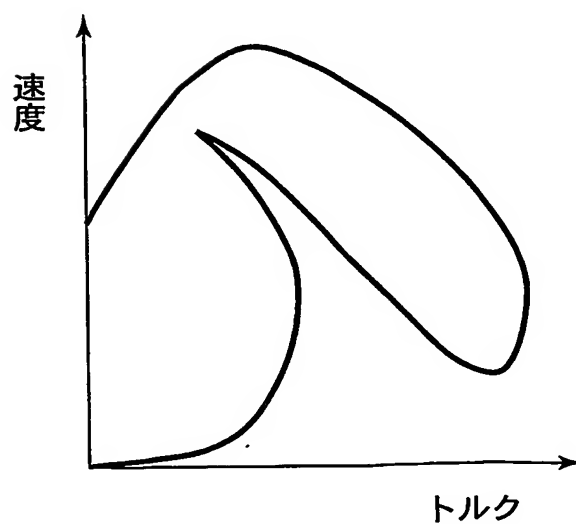
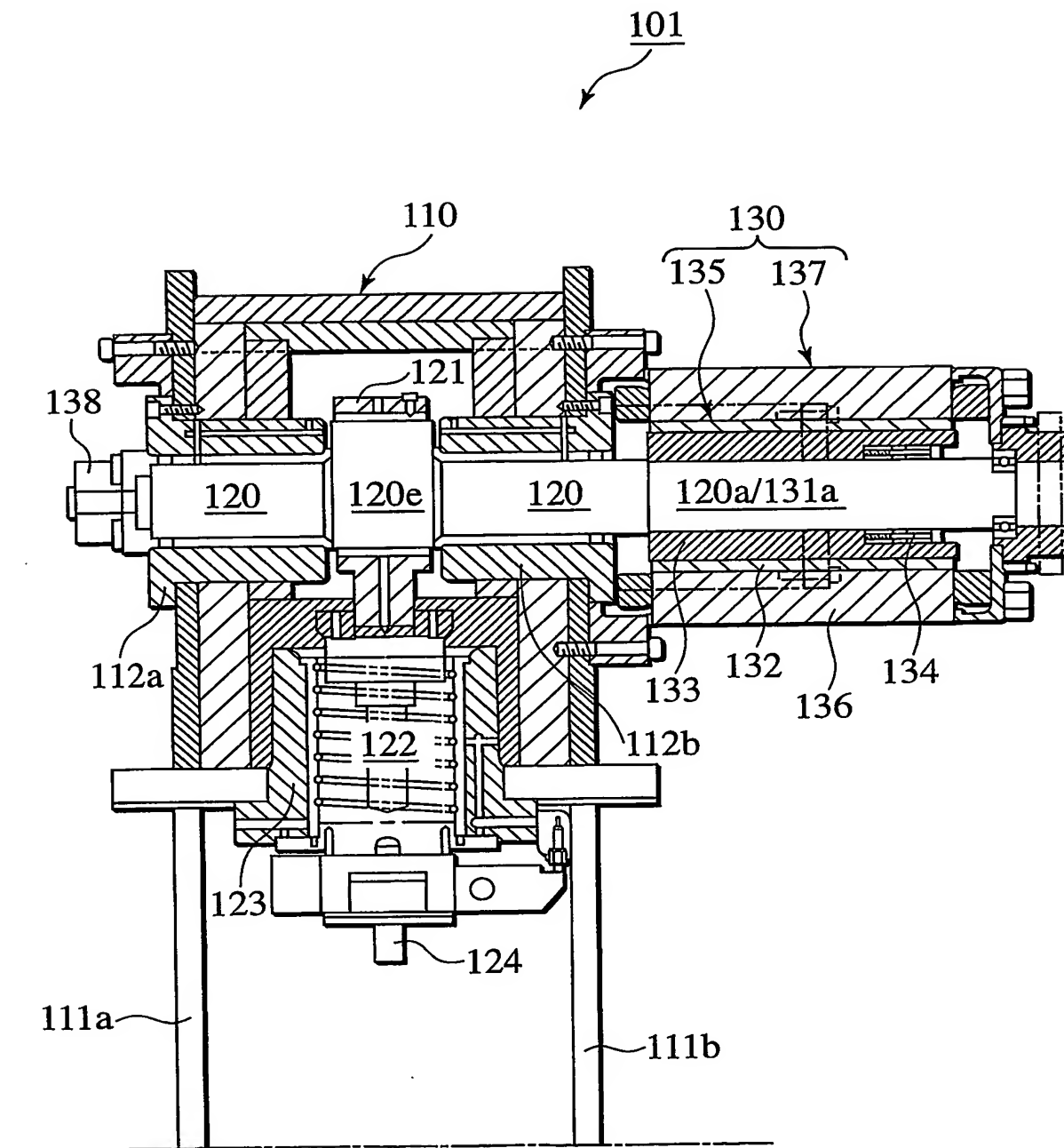


FIG.13B



14/16

FIG.14



15/16

FIG.15

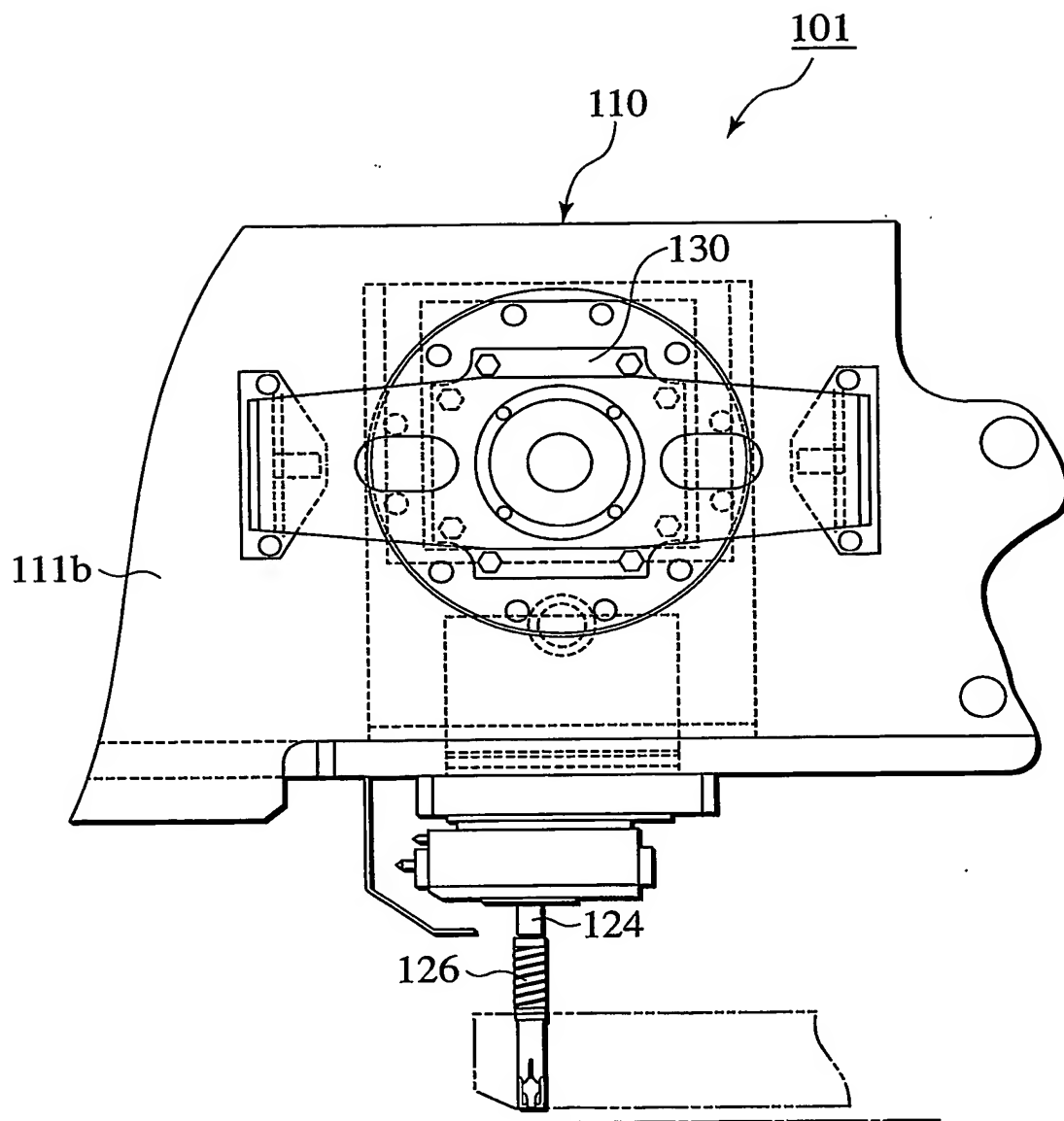
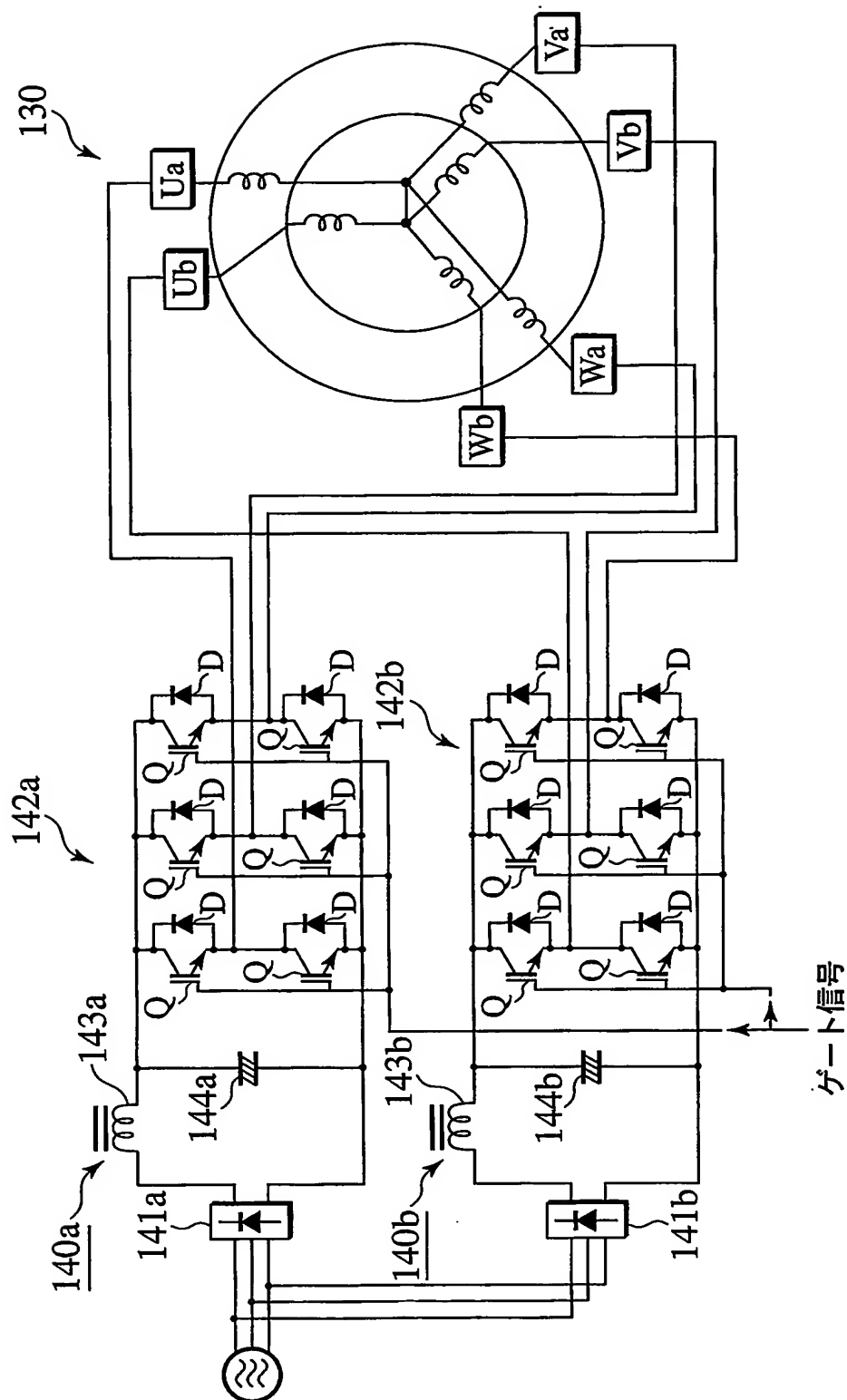


FIG.16



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/07675A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ B30B15/14, B30B1/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ B30B15/14, B30B1/26, H02P6/08, H02K1/27Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2001-62596 A (NS.Engineering Corp., Amada Co., Ltd., Kabushiki Kaisha Sogo Anzen Gijutsu Center), 13 March, 2001 (13.03.01), Par. Nos. [0040] to [0079]; Figs. 1 to 11 (Family: none)	1-3, 7, 9 4-6, 8, 10-18
X Y	JP 2000-288792 A (Amada Co., Ltd.), 17 October, 2000 (17.10.00), Par. Nos. [0038] to [0070]; Figs. 1 to 4 (Family: none)	1-3, 7, 9 4-6, 8, 10-18
Y	JP 8-215896 A (Tamagawa Mashinari Kabushiki Kaisha), 27 August, 1996 (27.08.96), Par. Nos. [0032], [0042]; Fig.1 (Family: none)	4, 8, 10, 13, 16

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
10 September, 2003 (10.09.03)Date of mailing of the international search report
24 September, 2003 (24.09.03)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

Internal application No.

PCT/JP03/07675

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 0866540 A (ELECTRIC BOAT CORP.), 23 September, 1998 (23.09.98), & US 5952755 A & JP 10-327548 A Par. No. [0045]; Figs. 1, 2	5,6
Y	JP 2001-62591 A (Amada Co., Ltd., NS Engineering Corp., Kabushiki Kaisha Sogo Anzen Gijutsu Center), 13 March, 2001 (13.03.01), Par. Nos. [0088] to [0104], [0109]; Figs. 8 to 10 (Family: none)	11,14
Y	JP 8-108229 A (Murata Machinery Ltd.), 30 April, 1996 (30.04.96), Par. Nos. [0019], [0023]; Fig. 1 (Family: none)	11,14
Y	JP 54-105716 A (Hitachi, Ltd.), 20 August, 1979 (20.08.79), Page 1, right column, lines 5 to 17; Figs. 1, 4 (Family: none)	17,18
Y	JP 2001-276467 A (Sharp Corp.), 09 October, 2001 (09.10.01), Full text; Fig. 3 (Family: none)	17,18
P,Y	JP 2002-210600 A (Yamada Dobby Co., Ltd.), 30 July, 2002 (30.07.02), Par. Nos. [0012], [0013], [0046] to [0049]; Fig. 4 (Family: none)	11,14

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl¹ B30B15/14, B30B1/26

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl¹ B30B15/14, B30B1/26, H02P6/08, H02K1/27

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2001-62596 A(株式会社エヌエスエンジニアリング, 株式会社アマダ, 株式会社 総合安全技術センター) 2001. 03. 13, 【0040】 - 【0079】, 図1-11	1-3, 7, 9
Y	(ファミリーなし)	4-6, 8, 10-18
X	JP 2000-288792 A(株式会社アマダ) 2000. 10. 17, 【0038】 - 【0070】, 図1-4 (ファミリーなし)	1-3, 7, 9
Y		4-6, 8, 10-18
Y	JP 8-215896 A(玉川マシナリー株式会社) 1996. 08. 27, 【0032】, 【0042】, 図1 (ファミリーなし)	4, 8, 10, 13, 16

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

10. 09. 03

国際調査報告の発送日

24.09.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

鈴木 敏史

3P

9431

電話番号 03-3581-1101 内線 3362

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	EP 0866540 A(ELECTRIC BOAT CORPORATION) 1998. 09. 23 & US 5952755 A & JP 10-327548 A , 【0045】 , 図1, 2	5, 6
Y	JP 2001-62591 A(株式会社アマダ, 株式会社エヌエスエンジニアリング, 株式会社 総合安全技術センター) 2001. 03. 13 , 【0088】 - 【0104】 , 【0109】 , 図8-10 (ファミリーなし)	11, 14
Y	JP 8-108229 A(村田機械株式会社) 1996. 04. 30, 【0019】 , 【0023】 , 図 1 (ファミリーなし)	11, 14
Y	JP 54-105716 A(株式会社日立製作所) 1979. 08. 20, 第 1 頁右欄第5- 17行, 第1, 4図 (ファミリーなし)	17, 18
Y	JP 2001-276467 A(シャープ 株式会社) 2001. 10. 09 , 全文, 第 3 図 (ファミリーなし)	17, 18
P Y	JP 2002-210600 A(株式会社山田トビコー) 2002. 07. 30 , 【0012】 , 【0013】 , 【0046】 - 【0049】 , 図 4 (ファミリーなし)	11, 14